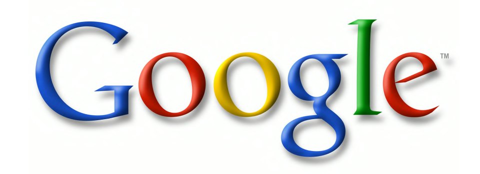
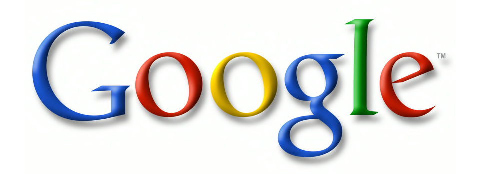
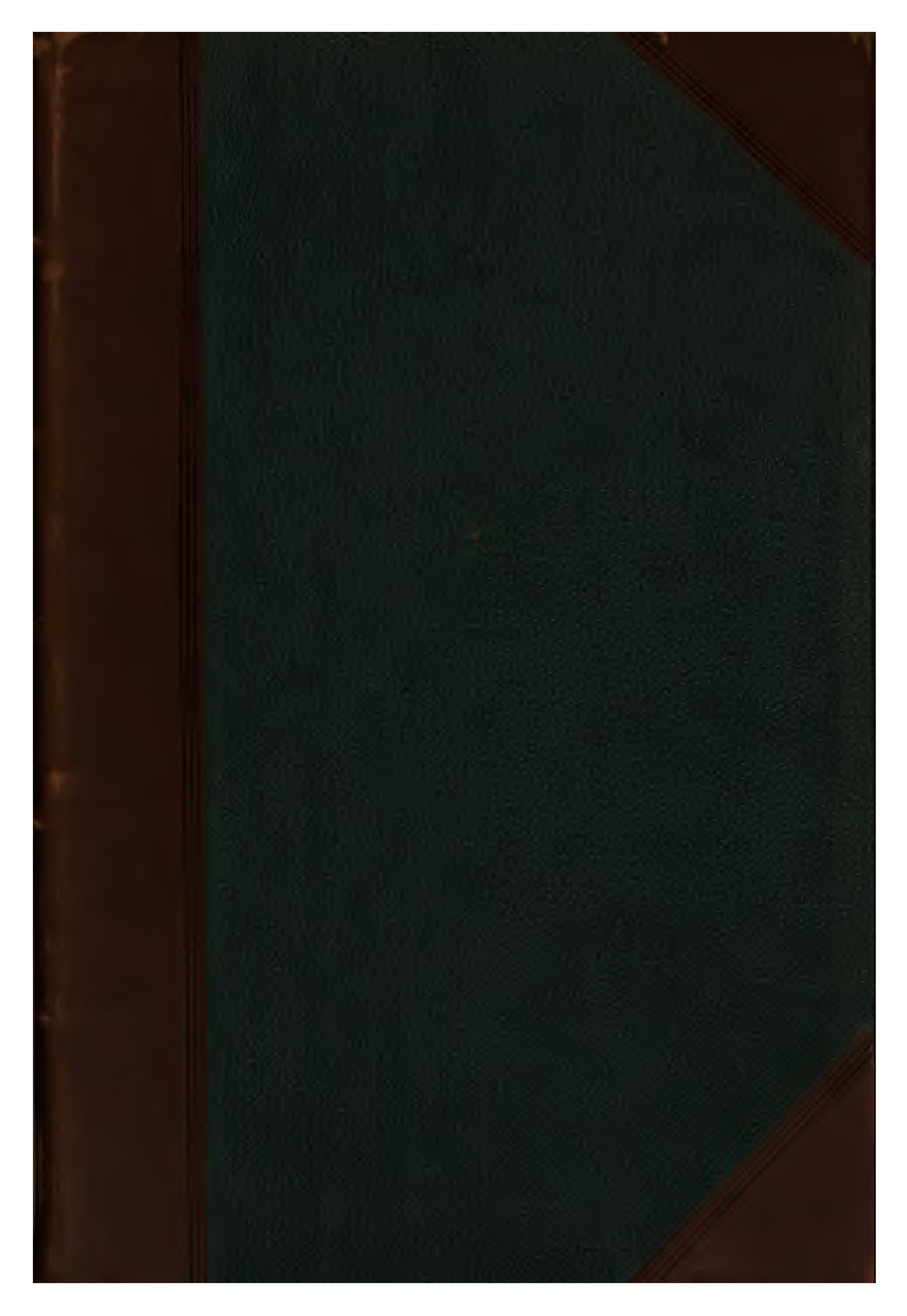
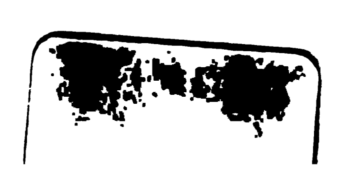














PHYTOPATHOLOGIE.

DIE KRANKHEITEN DER CULTURGEWÄCHSE.

FÜR

LAND- UND FORSTWIRTHE, GÄRTNER
UND BOTANIKER

BEARBEITET

VON

ERNST HALLIER,
PROFESSOR ZU JENA.

MIT 32 HOLZSCHNITTEN, 3 KUPFER- UND 2 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1868.

HERRN STAATSRATH

M. J. SCHLEIDEN Dr.

WIDMET DIESE BLÄTTER

SEIN DANKBARER SCHÜLER UND NEFFE

ERNST HALLIER.

Vorwort.

Ein Buch wie das vorliegende scheint dringendes Bedürfniss zu sein, denn die früheren Bearbeitungen der Pathologie der Pflanzen von J. J. PLENCK (1794), von WIEGMANN (1839) und MEYEN (1841) sind dem jetzigen Stande der Wissenschaft nicht mehr angemessen und das bahnbrechende Werk von JULIUS KÜHN beschränkt sich zu sehr auf die Parasitologie und in dieser wiederum auf seine eigenen Entdeckungen. Möge vorliegender Versuch, Altes und Neues auf dem umfangreichen Gebiet kritisch zu vereinigen und, wo es mir möglich war, mit eigenen Arbeiten zu vergleichen, seinen Zweck einigermaassen erreichen!

Man wird Manches in diesem Buche finden, was vielleicht strenge genommen nicht in das Gebiet der Pathologie gehört, doch lässt sich hier keine scharfe Grenze ziehen. So wenig sich der Normalzustand, der Zustand der Gesundheit, genau charakterisiren und begrenzen lässt, so wenig ist es möglich, eine Grenze für das Kranksein und eine Definition der Krankheiten aufzustellen. Aus diesem Grunde habe ich die Pathologie nicht nach den einzelnen Krankheiten eingetheilt, sondern es vorgezogen, die Krankheitsursachen zur Gruppirung zu benutzen. Ich halte mich daher nur soweit an die alte Nomenclatur, als es zur Vermittelung des Verständnisses unumgänglich nöthig ist.

Frühere Versuche auf diesem Gebiet haben bewiesen, dass jede

Klassification der Krankheiten misslich ist. So theilt WIEGMANN[1] ein in Krankheiten:

A. des Ernährungssystems,
B. des Respirationssystems,
C. des Fortpflanzungssystems.

Diese Eintheilung ist für den damaligen Standpunct der Botanik ganz rationell, aber sie wird von Jahr zu Jahr unbrauchbarer, weil sich immer mehr herausstellt, dass die Lebensprocesse der Pflanze sich nicht so streng wie die des Thieres auf bestimmte Organe beziehen lassen.

Aus demselben Grunde glaubte ich auch von den so gebräuchlichen Eintheilungen der Krankheiten in allgemeine und örtliche, sthenische und asthenische Erkrankungen u. s. w. absehen zu müssen.

Die folgende ziemlich vollständige Eintheilung der Pflanzenkrankheiten von J. J. PLENCK (1794) giebt in ihrer für die Diagnostik recht übersichtlichen Reihenfolge ein charakteristisches Bild der scholastisch-dogmatischen Methode jener Zeit:

I. Laesiones externae.

Vulnus, Wunden.
Fissura, Spalt.
Fractura, Bruch.
Exulceratio, Geschwür.
Defoliatio, Entblätterung.

II. Profluvia.

Haemorrhagia, Blutsturz.
Lachrymatio gemmarum, Thränen.
Albigo, Mehlthau.
Melligo, Honigthau.

III. Debilitates.

Deliquium, Das Niedersinken.
Suffocatio incrementi, Der Misswachs.

IV. Cachexiae.

Chlorosis, Bleichsucht.
Icterus, Gelbsucht.
Anasarca, Wassersucht.
Maculae, Flecken.
Phthiriasis, Laussucht.
Verminatio, Wurmsucht.
Tabes, Abzehrung.

V. Putrefactiones.

Teredo pinorum, Wurmtrockniss.
Rubigo cerealium, Kornrost.
Ustilago cerealium, Kornbrand.
Clavus secalinus, Kornzapfen.
Necrosis, Brand.
Gangraena, feuchter Brand.

VI. Excrescentiae.

Gallae quercuum, Galläpfel.
Bedeguar rosarum, Rosenbedeguar.
Squamatio gemmarum, Zapfenrosen.
Verrucositas foliorum, Warzen.
Folliculi carnosi foliorum, Fleischstacheln.
Carcinoma arborum, Baumkrebs.
Lepra arborum, Baumaussatz.

---

1) A. F. WIEGMANN, Die Krankheiten und krankhaften Missbildungen der Gewächse. Braunschweig, 1839. p. 57.

VII. Monstrositates.	*VIII. Sterilitates.*
Plenitudo florum, Füllung.	*Polysarcia*, Vollsaftigkeit.
Mutilatio florum, Verstümmelung.	*Sterilitas*, Unfruchtbarkeit.
Deformitas, Ungestaltheit.	*Abortus*, Missfall.

Bei weitem der gelungenste Versuch zur Zusammenfassung unseres Forschungsgebietes ist von MEYEN gemacht worden.

Leider erschien von dem beabsichtigten Werke nur die erste Abtheilung, die Pflanzen-Pathologie [1]. Ein zweiter Band sollte die Teratologie enthalten. MEYEN war ein scharfer und treuer Beobachter, aber ihm fehlte die Gabe der Zusammenfassung unter allgemeine Gesichtspuncte, so dass man seine Forschungen nicht unpassend mit denen H. SCHACHT's vergleichen könnte. Jener Mangel macht sich natürlich vorzugsweise in der Eintheilung des Stoffes geltend. Die Pflanzenpathologie zerfällt MEYEN in »Aeussere Krankheiten« und »Innere Krankheiten«. In diesen beiden grossen Rubriken wird der Stoff zwar nach einer gewiessn Ordnung, aber ohne innere Begründung zusammengefasst. MEYEN sind aber die grossen Schwierigkeiten nicht entgangen, welche uns bei einer Eintheilung der Pathologie entgegentreten. Sehr richtig sagt er (a. a. O. p. 1), man müsse die Ursachen der Krankheiten mehr als die Formen derselben bei der Eintheilung berücksichtigen und bei consequenter Durchführung dieses Grundsatzes würde er schon damals Vollständigeres geliefert haben.

Ob nun die folgende Eintheilung und Behandlung des Stoffes nach den Ursachen der Erkrankungen dem gegenwärtigen praktischen und theoretischen Bedürfniss Genüge thut? Wir wagen selbst darüber kein Urtheil, erkennen vielmehr, dass auch unsere Anordnung grosse Fehler und Mängel zeigt, aber wir bitten um nachsichtige Aufnahme und freimüthige Hinweisung auf die Schwächen.

Eine Trennung der Teratologie von der Pathologie glaubten wir bei unserem praktischen Zweck nicht vornehmen zu dürfen. Die Teratologie gehört überhaupt nur zum Theil in das Bereich unserer Betrachtungen; weitaus überwiegend ist das in teratologischen Arbeiten angesammelte Material von ausschliesslich morphologischem Interesse. Dass sie aber einen besonderen Zweig der Botanik ausmache, können wir andererseits nicht zugeben, sind vielmehr überzeugt, dass jede teratologische Verän-

---

1) F. J. F. MEYEN, Pflanzen-Pathologie. Berlin 1841.

derung auch eine pathologische Ursache, in einer Störung des Ernährungsprocesses begründet, haben müsse, mag diese nun ein einzelnes Individuum oder ganze Entwickelungsreihen treffen, d. h. erblich sein. Ueber die Art, wie wir die Teratologie hier benutzt und behandelt haben, sowie über die Beschränkung in der Darstellung des Stoffes und in der Benutzung der Literatur wird man nicht mit uns rechten, denn es kam hier nur darauf an, für jede metamorphische Form einzelne Beispiele durchzuführen. Auf eine vollständige Zusammenstellung des teratologischen Materials macht dieses Buch keinen Anspruch.

Wer die Teratologie ausführlicher mitgetheilt wünscht, den verweisen wir auf das vortreffliche Buch von Moquin-Tandon in der Schauer'schen Ausgabe, auf Wigand's Teratologie und auf die zahlreichen Specialarbeiten, von denen manche in diesem Werk Verwerthung gefunden haben, besonders auf die trefflichen Arbeiten von Cramer, A. Braun, Caspary, Fleischer, Schlechtendal, Fresenius u. v. A.

Inhaltsübersicht.

Zweites Buch.

Krankheiten, entspringend aus dem Verhältniss der Pflanzen zu den Organismen.

EINLEITUNG.

Was heisst Kranksein? Formen der Pflanzenkrankheiten. Ursachen derselben.

Als Krankheit bezeichnet man die Abweichung vom normalen Zustand eines Organismus. Schwer aber ist die Bestimmung dieses Normalzustandes. Das Wesen des organisirten Naturkörpers liegt in seiner Zusammensetzung aus einfachen elementaren Theilen, in seiner Entwickelung aus Elementarorganen. Diese Entwickelung bedingt einen gewissen Kreislauf, eine Periodicität der Lebenserscheinungen.

Gewissen Theilen des Organismus liegen gewisse Functionen ob und geben sich jene dadurch als Organe zu erkennen.

Krank sein heisst nun jede Abweichung vom Kreislauf, jede Störung in der normalen Function der Organe. Aber selbst diese Definition ist noch zweien Schwierigkeiten unterworfen. Erstlich nämlich lässt sich keine genaue Grenze für den Normalzustand des Kreislaufs feststellen. Die Pflanzen z. B. variiren in ziemlich lockeren und elastischen Grenzen selbst dann, wenn sie auf ganz gesunde Weise zu vegetiren scheinen. Boden, Klima und andere Agentien äussern eine Wirkung auf die Organismen, sie modificiren ihre Gestalten nach jenen Einflüssen und durch die Vererbung werden solche Modificationen sogar zu Anlagen. So haben z. B. manche Blüthen Neigung sich zu füllen, d. h. die Blattkreise der Blüthe zu vermehren, wobei in der Regel die geschlechtlichen Blätter verkümmern oder ebenfalls zu Blumenblättern ausgebildet werden. Natürlich ist das eine krankhafte Erscheinung, welche, wenn einige Samen zur Reife gelangen, auf die folgenden Generationen als Anlage vererbt werden kann. Schleiden[1]) hat daher durchaus Recht, im Allgemeinen wenigstens, wenn er von fast allen Culturpflanzen sagt, sie brächten eine krankhafte Anlage mit.

---

1) M. J. Schleiden, Die Physiologie der Pflanzen und Thiere und Theorie der Pflanzenkultur. Brsg. 1850.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

sein zu geben, wie die Aerzte längst verzichtet haben, das Kranksein des Menschen oder die einzelnen Krankheiten völlig stichhaltig definiren zu wollen. Drücken wir es also mit dem in der menschlichen Pathologie sprichwörtlich gewordenen Satz aus: Es giebt keine Krankheiten, sondern nur Kranke. Das strenge logische Fachwerk ist nur Hilfsmittel unseres Verstandes; die Natur giebt nur Formen und Zustände, unter denen kein einziger dem benachbarten völlig gleicht.

Die zweite Schwierigkeit in der Bestimmung des Krankseins liegt darin, dass wir den Normalzustand, wenn es einen solchen giebt, nicht kennen. Wir haben nicht dem Urheber der Welt in die Karten gesehen und kennen nicht die Ziele der Organismen. Da aber diese im Verlauf der Erdgeschichte einer beständigen Umwandelung, einem Aufsteigen vom Einfachen zum Zusammengesetzteren unterworfen sind, so können wir nicht jede Modification einer Pflanze als krankhaft bezeichnen, sondern müssen unterscheiden zwischen denjenigen Modificationen, welche eine allmählige Fortentwickelung andeuten und denen, welche aus dieser Reihe der Entwickelung heraus oder gar in ihr zurücktreten. Da wir nun die Gesetze der Entwickelung nie vollständig kennen werden, so ist es auch unmöglich, jemals eine ganz scharfe Bestimmung des normalen Zustandes eines Organismus zu geben.

Wir sind den Organismen gegenüber in einem ganz eigenthümlichen Fall. Wir sind gewohnt, sie als Einzelwesen aufzufassen; sie sind aber nichts weniger als das.

Freilich sind schon die Mineralien nicht bestimmt gestaltete und andauernde Individuen, sondern nur Zustände der Materie[1]; bei den Organismen aber kommt noch die Entwickelung aus Elementarorganen hinzu, um die Schwierigkeit der Artbestimmung zu erhöhen. Die ganze Pflanzendecke der Erde ist aus einfachen, einzelligen Formen herausgebildet worden. Die allmählige Veränderung, Vermannichfaltigung des Erdklima's und der Bodenverhältnisse hat eine Vermannichfaltigung der Pflanzen- und Thierformen zur Folge gehabt bis zur gegenwärtigen Flora und Fauna.

In jeder Periode der Erdgeschichte müssen wir bestimmte Pflanzentypen als die herrschenden ansehen, weil das Klima für sie am geeignetsten war und sie daher die kräftigste Entfaltung erreichten. So beherrschen in unserer Periode die Gräser und die Compositen die Erdflora, denn sie allein machen etwa 15 Procent der gesammten Phanerogamen-Flora aus[2]), wenn wir die Artenzahl unserer Berechnung zu

1) Man findet die Grundlagen dieser Ansicht ausgeführt in meiner kleinen Schrift: DARWIN's Lehre und die Specification. Hamburg 1865.

2) Es ist völlig unbegründet, die Gamopetalen, welche überhaupt keine natürliche Gruppe ausmachen, als die herrschende Pflanzenabtheilung zu betrachten.

[illegible]

Der Primordialschlauch schliesst in jeder noch lebensfähigen Zelle einen flüssig-schleimigen Bildungsstoff, *Plasma* genannt, ein. In diesem Plasma sind fast immer kleine Kerne eingebettet, welche bei sehr vielen Pilzen und wahrscheinlich bei nicht minder zahlreichen Algen einer selbstständigen Entwickelung auch ausserhalb der Mutterzelle fähig sind. Sie sind es, welche die meisten, wo nicht alle, Hefebildungen hervorrufen. Nun lässt sich leicht zeigen, dass jene Kerne in ihrer Entwickelungsweise streng an dasselbe Zellenbildungsgesetz gebunden sind, welches die Mutterpflanze beherrscht; woraus hervorgeht, dass ihnen jene specifische Eigenthümlichkeit der Mutterpflanze schon inne wohnt, dass sie also Formenelemente der Zellen sind ebenso wie diese das Elementarorgan der Pflanze bilden.

Dafür sogleich einige Beispiele. Es war mir von jeher aufgefallen, dass Schacht, Pringsheim und Andere häufig von körnigem Plasma als von einer formlosen Masse sprachen, während ich bei demselben Gebilde im Plasma [1]) bestimmte Formenelemente zu erkennen glaubte. Ueberall, wo man sehr starke Vergrösserungen anwendet, erkennt man die einzelnen Körperchen als deutlich kugelig, scheibenförmig oder keulig gestaltet. Wenn es nun auch bei den höheren Pflanzen zur Zeit schwierig, ja vielleicht unmöglich erscheinen mag, die Frage, ob Zellenkerne und alle jene Inhaltskörper aus solchen kleinsten Elementen hervorgehen, in aller Strenge und Vollständigkeit zu lösen, so glaube ich doch bei den Algen und Pilzen einen festen Anhaltspunct, gewissermassen einen Leitfaden, für die Lösung gefunden zu haben.

Bei Algen und Pilzen gelang mir der Nachweis, dass aus dem körnigen Inhalt der Sporen wie der vegetativen Zellen oft unter besonderen Umständen *Leptothrix*-Bildungen entstehen. Die bei niedrigen Schimmelpilzen meist beweglichen, bei höheren Formen unbeweglichen Körner (Plasma-Kerne oder *Leptothrix*-Zellen) haben schon in der Mutterzelle die Fähigkeit, eine *Vacuole* um sich zu erzeugen, wahrscheinlich dadurch, dass sie sich auf Kosten des umgebenden Inhalts ernähren. Bilden sie sich zu Schwärmern aus, so zeigen sie zuletzt kegelförmige Gestalt und sind schon innerhalb der *Vacuole* in lebhafter Bewegung. Bei den Schimmelpilzen und bei manchen Algen vermehren sie sich, in Freiheit gesetzt, durch Abschnürung und bilden dergestalt in einer wässerigen Flüssigkeit vielgliedrige, äusserst zarte Ketten. Liesse sich nun zeigen, dass jene Kerne, unabhängig von der Mutterpflanze und

1) Die grossen Kerne, welche anfangs die Pilzzelle erfüllen, sind schwer zu definiren. Anfänglich füllt ein solcher die ganze Zelle aus, er ist also Primordialschlauch, ist aber ganz solide, ohne weniger dichten Inhalt. Er theilt sich nach und nach in mehre, ja in viele Kerne oder es entstehen in seinem Inneren vacuolenbildende Kerne. Mit dem Kytoblasten hat er keine Aehnlichkeit.

ausserhalb derselben eine Entwickelung durchmachen können, welche dem Zellenvermehrungsgesetz (Wachsthumsgesetz) der Mutterpflanze entspricht, so wäre wohl damit, wo nicht bewiesen, doch äusserst wahrscheinlich gemacht, dass die Plasmakerne die eigentlichen Elemente sind, aus denen die Zellen hervorgehen, denen sie also ihre Eigenschaften verdanken. Ich gebe hier nur ein ausgeführtes Beispiel und lasse vorläufig die Algen ganz bei Seite, weil bei ihnen meine Untersuchungen weit weniger vollständig sind und weil es weit schwieriger ist, sich das Material dort ganz rein zu verschaffen.

Die Plasmakerne der Pilze entwickeln sich in zweifacher Weise dem Zellenbildungsgesetz gemäss: Erstlich lassen sie das für die Pilze überhaupt gültige Vermehrungsgesetz erkennen und zweitens dasjenige, welches der Mutterspecies zukommt. In zahlreichen Arbeiten, welche man in den letzten beiden Jahrgängen der botanischen Zeitung abgedruckt findet[1], habe ich nachgewiesen, dass aus den verschiedensten Pilzen zarte Ketten hervorgehen können (*Leptothrix*-Ketten), welche durch Einschnürung der kleinen, oft schwärmenden, Plasmakerne entstehen, also der *Acrosporen*-Bildung ganz analog. Diese Bildungen beschränken sich keineswegs etwa auf die Schimmelpilze[2], die überhaupt keine morphologisch definirbare Gruppe darstellen. Die Zellen der *Boletus* und *Agaricus*-Arten schliessen zum Theil, namentlich die *Basidien* und die zwischen ihnen stehenden Paraphysen oder Pollinarien, einen körnigen Inhalt ein, welcher, wenn er in die Flüssigkeit des Objectträgers gelangt, keineswegs seine Entwickelungsfähigkeit einbüsst, sondern sich zu *Leptothrix*-Ketten ausbildet. Die kleinen Plasmakerne sind bald beweglich, bald bewegungslos. Bei *Boletus confluens* haben sie kreiselförmige Gestalt, starke Bewegung und bilden binnen 24 Stunden zarte *Leptothrix*-Ketten, sowohl auf dem Objectträger, als auf dem Pilze selbst, wenn man ihn feuchter Luft aussetzt. Es mögen indessen die sogenannten höheren Pilze vorläufig hier ausgeschlossen werden, weil das Material sich bei ihnen schwerer rein erhalten lässt. Auch das ist aus meinen früheren Untersuchungen schon resultirt, dass die aus Plasmakernen hervorgehenden Gebilde in ihrer Gestalt einen gewissen Zusammenhang mit der Mutterpflanze andeuten. Die Hefezellen der mit kugeligen *Acrosporen* versehenen Schimmelpilze wie z. B. *Penicillium* und *Aspergillus*, sind gleichfalls kugelig; die Hefezellen der eiförmigen oder länglichen Zellen des *Oidium albicans* sind eiförmig-länglich oder, wenn in Theilung

---

1) Vgl. besonders die kleine Schrift über »Gährungserscheinungen.« 1867.

2) Die Schimmelbildung ist nur eine Stufe in der Entwickelungsreihe vieler, vielleicht aller Pilze. Durch Aussaat der Sporen von *Agaricineen* erhält man *Cephalothecium*-Arten und andere Schimmelformen und zwar bei jeder ausgesäeten Art einen bestimmten Schimmelpilz.

begriffen, zitronenförmig u. s. w. Diese Abhängigkeit lässt sich allgemein durchführen. Ich glaubte früher, die Entstehung aus Plasmakernen sei nur bestimmten Hefeformen eigen; daher bezeichnete ich diese als *Leptothrix*-Hefe. Seitdem habe ich mich durch zahlreiche Beispiele überzeugt, dass jede erste und reine Hefe aus Plasmakernen hervorgeht oder doch daraus gezogen werden kann; ich glaube daher alle unvollkommenen Hyphe-Bildungen, vegetative Sprossungen u. s. w. vom Begriff der Hefe ausschliessen zu dürfen. Säet man die *Acrosporen* des *Penicillium crustaceum Fr.* oder eine mit ihm in dieselbe Generation gehörige Form so z. B. die Conidien des Favus-Pilzes[1]) in eine gährungsfähige Flüssigkeit, so treten, wie ich es so oft geschildert, schon nach wenigen Stunden die Kerne aus manchen Sporen hervor und bereits 2 Stunden nach der Aussaat erkennt man zwischen zahlreichen schwärmenden Kernen einzelne ruhende, welche deutlich blasig aufgetrieben sind und einen centralen Kern unterscheiden lassen (Taf. II. Fig. 6), mit einem Wort, man sieht junge Hefezellen. Schon jetzt findet man diese in allen Grössen bis zur vollkommenen Ausbildung zum *Cryptococcus cerevisiae*. Für diese bei jeder geistigen Gährung entstehende Hefe mag der Name *Cryptococcus*-Form beibehalten werden; sie ist aber keineswegs der Biergährung eigenthümlich, sondern kommt auf dem Wein ebenso häufig vor, wenn auch oft von anderen Pilzen stammend, daher von abweichender Form. Das ihr Eigenthümliche ist die Vermehrung durch Sprossung an einem oder an beiden Enden, wobei die Tochterzellen (Sprosszellen) sofort frei werden. Ihre Entstehung deutet daher unmittelbar auf die Abschnürung der *Acrosporen* hin wie bei der *Leptothrix*-Kette.

Niemals sah ich aus den Plasmakernen im Innern der Flüssigkeit direct etwas Anderes hervorgehen, als jene Ketten oder Hefezellen, je nach der chemischen Zusammensetzung der Flüssigkeit; nur an der Oberfläche entstehen daraus direct höhere Pilzbildungen. Auch aus schon gebildeter Hefe erzieht man diese leicht. Die *Leptothrix*-Massen aus dem Munde erzeugen in einer gährungsfähigen Flüssigkeit binnen

---

1 Es giebt trotz meiner ausführlichen Arbeit über den *Favus*-Pilz immer noch Solche, welche *Achorion*, *Trichophyton* u. a. Gattungen fest gehalten haben wollen; — nun, diesen darf man ihre im Ganzen harmlose Freude am gelehrten systematischen Wust ungestört lassen. Ich habe indessen nochmals mit vorzüglich schönem Material sehr sorgfältige Culturen des *Achorion* auf dem Objectträger unternommen und stets binnen 3 Tagen aus den Conidien, von Stunde zu Stunde sie verfolgend, *Penicillium crustaceum* mit Pinseln hervorgehen sehen, während gleichzeitig abgeschlossene Objectträger ohne Aussaat, mit demselben Medium versehen, keine Pilzbildungen zeigten. Man kann dazu Glycerin anwenden, welches ich obendrein vorher mehre Minuten kochte. In dieser Form kann jeder »Nicht Mykolog« den Versuch leicht nachahmen.

[illegible] diesen
[illegible] *Peni-*
[illegible] einzelnen
[illegible] Hefe verwechselte
[illegible] der
[illegible] Hefe
[illegible] Flüssigkeit.
[illegible] zeigt
[illegible] einem
[illegible] verschiedene
[illegible] Hefe-
[illegible] ganz
[illegible] entwickelt.
[illegible]
[illegible]

[illegible] ganz
[illegible]
[illegible] Arbeit im
[illegible] diese
[illegible] Jene
[illegible] einen
[illegible] *Zellen-*
[illegible] Kern-
[illegible] ver-
[illegible]

[illegible]

[illegible]

dem Munde zum Vorschein, was nach dem Vorstehenden leicht erklärlich ist.

Von der oben erwähnten Sprossbildung wesentlich verschieden ist die Form des *Hormiscium vini*. Auch diese Hefe ist nichts dem Wein Eigenthümliches, sondern in ihrer Gestalt lediglich von der Gestalt ihrer Mutterpflanze abhängig. Dass sie häufiger beim Wein als beim Bier gefunden wird, liegt wohl nur daran, dass mehre hierher gehörigen Pilze den Weinstock bewohnen.

Mehrfach erzog ich aus der Weinhefe das *Stemphylium polymorphum* Bon. Dieser Pilz ist identisch mit dem *Oidium albicans* des Soors, oder vielmehr gehört dieser als Vorstufe zu jenem. Schon früher und noch in neuester Zeit habe ich jenes *Stemphylium* sowohl aus Soor-Membranen als aus dem Beleg der Genitalien und des Mundes bei *Diabetes*-Kranken gezogen. Er erzeugt zwei verschiedene Hefeformen, welche genau zwei Lebensstadien des Pilzes entsprechen. Zuerst sieht man an den sparrigen Fadenzweigen citronenförmige oder längliche, einmal septirte Sporen (*Oidium albicans*), darauf Ketten kreisrunder Sporen entstehen. Erst aus den Keimlingen dieser Sporen geht das *Stemphylium* hervor. Ob dieses von einer dritten Hefeform begleitet ist, habe ich leider noch nicht beobachten können.

Gleichzeitig mit den citronenförmigen Sporen oder gleich nach ihnen bilden sich frei aus Plasmakernen bei passendem Medium die citronenförmigen Hefezellen (Taf. II. Fig. 8), denen man stets auf den Genitalien und im Harn *Diabetes*-Kranker begegnet. Sobald die Bildung der runden Sporen eingetreten ist, erzeugen sich hie und da aus ihren frei gewordenen Kernen Hefezellen, welche, kreisrund, anfangs der *Cryptococcus*-Hefe völlig gleichen, sich aber dadurch unterscheiden, dass die abgeschnürten Individuen bei sehr rascher Fortpflanzung längere Zeit mit den Mutterzellen verbunden bleiben. Da sie nun ebenfalls Sprossen treiben, so entstehen jene zierlich strahlig verästelten Gebilde (Taf. I. Fig. 9), welche man als *Hormiscium vini* bezeichnet. Ihr unregelmässiger Bau zeigt eine merkwürdige Aehnlichkeit mit den gedrängt verästelten Keimlingen der runden Sporen (Fig. 9 *a*). Ihre Entstehung aus den Plasmakernen wird Jedem zweifellos erscheinen, der mit Sorgfalt einen Culturversuch, etwa in einem Tropfen gekochten Citronensaftes auf dem Objectträger vornimmt. Es sondert sich auch hier im Centrum des sich aufblähenden Plasmakerns ein glänzender Kern aus, die Zelle treibt eine Sprosszelle u. s. f. Wenn wir also eine *Hormiscium*-Form als von der *Cryptococcus*-Hefe verschieden trennen wollen, so müssen wir diese Verschiedenheit nicht in einem wesentlich verschiedenen Entwickelungsgesetz suchen: die Verschiedenheit beruht nur in dem grösseren Zusammenhang der Hefezellen; eine Eigenthümlichkeit des Pilzes, der jener den Ursprung gab. Der offenbar

[illegible]

[illegible] Hefe.

[illegible]

[illegible] Hefe [illegible] Wachsthum [illegible]

[illegible] der Zellen [illegible]

[illegible] anderen Hefe [illegible] zusammengesetzte Hefe.

[illegible] Hefe [illegible] ganz allgemein. [illegible]

[illegible]

immer noch in manchen Köpfen spukenden Ansicht HARTIG's entgegen, dass gewissermassen aus Allem Alles werden könne.

Einen schönen Beleg dafür, dass in den Plasmakernen und Gliedern der *Leptothrix*-Ketten schon das Gestaltungsgesetz des bestimmten Pilzes liege, dem jene Bildungen angehören, bietet die Thatsache, dass wenn gleichzeitig *Cryptococcus* und *Hormiscium* von einem Pilz erzeugt werden, die Individuen bei beiden gleiche Gestalt unter sich und mit den Zellen des Pilzes haben, dem sie entspringen. Auf dunklem Köstritzer Bier entstanden beim Sauerwerden länglich-spindelförmige, fast vierkantige Hefezellen (Taf. II. Fig. 14); in Glycerin cultivirt, erzeugten diese anfangs zahlreiche kleine *Leptothrix*-Ketten (*l* Fig. 14. 15), welche bald zerfielen und aus ihren Gliedern theils die nämliche Hefe (*Cryptococcus*-Form), theils ein zierlich verästeltes *Hormiscium* (*Torula aceti*) (Fig. 15) erzeugten, aus ganz ähnlichen Zellen zusammengesetzt. Beide Zellenformen entsendeten an der Oberfläche der Flüssigkeit langgliedrige Hyphen mit lang vierkantigen Zellen.

Säet man den Favus-Pilz auf Glycerin, so erhält man binnen wenigen Tagen fructificirende Exemplare von *Penicillium crustaceum Fr.* an der Oberfläche. Es keimen alle *Conidien* und Glieder des *Achorion*, ohne Ausnahme (Taf. II Fig. 16 *k*). Sie entlassen bei der Keimung einen Theil ihres Inhalts in Gestalt kleiner *Leptothrix*-Schwärmer, deren Umbildung in freie (*Cryptococcus*) oder kettenförmig verbundene kugelige Zellen (*Hormiscium*) man leicht verfolgen kann (Fig. 16). Durch seitliche Keimung geht auch aus ihnen an der Oberfläche der Flüssigkeit *Penicillium* hervor, aber mehre Tage später als aus den *Conidien* und Gliedern.

Jener Zusammenhang der Gestalt von Pilz und Hefezelle lässt sich überall nachweisen, wo man nur reines Material zu gewissenhaft durchgeführten Culturversuchen verwendet. Etwas schwieriger scheint der Nachweis, dass die kleinen Kerne, aus denen die Hefezellen hervorgehen, wirklich mit den Plasmakernen identisch sind, aber auch das ist leicht, wenn man ein günstiges Material benutzt.

So z. B. erhielt ich ein solches sehr schön in den Sporen einer kleinen *Sporocybe*, die ich, da sie noch nicht beschrieben zu sein scheint, *Sporocybe pusilla* (Taf. II Fig. 17) nenne.

Säet man den *Aspergillus*, welcher fast immer gleichzeitig mit *Eurotium herbariorum* auf verschimmelten Herbarien-Exemplaren auftritt, auf Stärkekleister, so bildet derselbe ein *Cladosporium* mit einmal oder mehrmals septirten Sporen, darauf Ketten runder Sporen, aus deren Keimung ein schönes *Sporidesmium* hervorgeht. Diese Pflanze entsendet aus allen Theilsporen wie *Polydesmus* braune Keimschläuche, welche sich hie und da vereinigen und in Gestalt eines kurzen, straffen, faserigen Stämmchens von kaum $^1/_4$ — $^1/_2$ Linie Höhe in die Luft emporragen. Am oberen Ende

bildet sich ein weisses, glattes, kugeliges Sporenknöpfchen (c Taf. II Fig. 17). Die Fäden bleiben im Kopf unverzweigt und schnüren am Ende reihenweis kugelige, ziemlich grosse Sporen (s p Fig. 17, ab), welche sehr scharf doppelte Grenzlinien und 3—6 unregelmässig vierkantige Kerne erkennen lassen (vgl. Taf. II Fig. 18). Einige 1—2 Tage nach dem ersten Auftreten der Sporenköpfchen sieht man die Kerne in grosser Menge ausserhalb der Sporen in der Flüssigkeit umherliegen. Man erkennt sie leicht an der bräunlichen Färbung und kantigen Gestalt, auch ist es nicht schwer, ihre Entlassung aus der Spore zu beobachten, wenn man die nöthige Geduld hat. Sie sind von Anfang an bewegungslos. Ihre *Leptothrix*-Ketten lassen, wie die von *Mucor racemosus* FRES., sehr deutlich innerhalb jedes Gliedes einen Kern wahrnehmen (Fig. 18).

Ich glaube indessen die Geduld der Leser nicht durch Anhäufung einer grösseren Zahl von Beispielen ermüden zu dürfen. Es geht aus dem Angeführten zur Genüge hervor, dass die Plasmakerne der Sporen und Zellen niederer Pilze sowohl *Leptothrix*-Fäden als Hefezellen von ganz bestimmtem Theilungsgesetz hervorbringen und dass diese abhängig sind vom Theilungsgesetz der Zellen des Pilzes, dem jene Bildungen angehören. Man liess bisher (HOFFMANN und BAIL) die Hefe aus schon gegebenen Sporen oder Zellen (nach der bisherigen Definition) direct hervorgehen, was sich schon dadurch widerlegt, dass alle jungen Hefezellen weit kleiner sind als die Zellen, von denen sie abgeschnürt sein sollen; — oder man liess die Hefe als selbstständigen Organismus frei entstehen. Beides ist falsch. Indessen hat schon SCHLEIDEN den Zusammenhang der kleinen Kerne mit der Hefebildung sehr richtig erkannt (vgl. seine Grundzüge des wiss. Bot. 2., 3. und 4. Aufl.) und es beruht auf sehr mangelhafter Beobachtung, wenn noch in jüngster Zeit dieser Zusammenhang nicht nur übersehen, sondern der SCHLEIDEN'schen Arbeit gegenüber abgeleugnet wird. SCHLEIDEN lässt freilich die kleinen Körner aus formlosem Stoff entstehen und giebt dann sehr richtig an, dass zwischen ihnen und den Hefezellen alle Uebergangsstufen vorhanden seien[1]. Dass ihm der wahre Sachverhalt dunkel blieb, ist theils seiner hier angewendeten Methode, grösstentheils aber den damaligen Mikroskopen in den 40er Jahren zuzuschreiben.

Es steht nun frei, die kleinen Plasmakerne in den Begriff der Zelle aufzunehmen und diesen demgemäss zu erweitern. Sie würden dann als nackte Primordialschläuche zu bezeichnen sein. Ich habe mich dieses Ausdrucks schon vor fast 2 Jahren bedient, habe ihn aber neuerdings nicht wieder angewendet, weil er missverstanden werden könnte. Vielleicht scheint es zweckmässiger, den kleinen Körpern vorläufig den Namen Plasma-

1 Grundzüge, 4 Aufl. Leipz., 1861 p. 146, 147.

kerne zu lassen. Wie sie sich zu den Kytoblasten verhalten, muss durch weitere Untersuchungen ermittelt werden.

Bin ich in der vorstehenden Darstellung der Elementargebilde der Pilze ausführlich gewesen im Verhältniss zum Raum eines Handbuchs, weil ich glaube, dass es für jeden, der sich mit Schmarotzer-Pilzen, den gefährlichsten Feinden der Pflanzen, beschäftigen will, unerlässlich ist, jene Elementarorgane der Pilze genau zu kennen und richtig zu beurtheilen, so kann ich dagegen für die allgemeinere Kenntniss der Pilzvegetation im Uebrigen theils auf das in den letzten Abschnitten dieses Buches darüber Mitgetheilte, theils auf meine kleine parasitologische Schrift[1]) verweisen, welche sich die Einführung in das Studium der niederen Gewächse mit zum Zweck gemacht hat.

Wir haben hier zunächst die Frage zu erörtern: Welche Krankheitsursachen können bei den Pflanzen in Betracht kommen und in welchen Formen treten die durch jene hervorgerufenen Krankheiten auf. Von der Beantwortung dieser beiden Fragen muss zugleich die Eintheilung der Krankheiten abhängig sein, wie wir sie in den folgenden Abschnitten benutzen.

Sämmtliche Krankheitserscheinungen, mögen sie einzelne Theile der Pflanzen oder ganze Pflanzen ergreifen, werden durch anorganische Materie oder durch Organismen eingeleitet. Die Krankheiten entspringen also aus dem Verhältniss der Pflanzen zur unbelebten und zur organisirten Welt. Die anorganischen Körper wirken entweder kosmisch, so z. B. Sonne und Gestirne durch ihre Lichtstrahlen oder tellurisch wie z. B. die feuchte Atmosphäre. Im Grunde indessen ist es in den meisten Fällen so schwierig, die kosmischen Einflüsse auf die Pflanze von den tellurischen zu trennen, dass wir richtiger nur Boden und Atmosphäre in ihrem Einfluss von einander trennen, da ja die kosmischen Einflüsse stets durch Boden oder Atmosphäre vermittelt werden. Die Atmosphäre wirkt auf die Pflanze in allgemeinster Form im Klima bestimmter Erdregionen, specieller dagegen durch die Witterung. Klimatische Krankheitsursachen können nur in der Veränderung des Klima's begründet sein. Dabei ist es gleichgültig, ob sich das Klima eines Landes durch Ausrodung von Wäldern, Trockenlegung von Sümpfen u. s. w. ändert oder ob eine Pflanze durch Menschenhand in ein ihr fremdes Klima versetzt wird (Acclimatisation); durch beides können Pflanzenkrankheiten hervorgerufen werden.

Der Boden wirkt einerseits chemisch ein, durch seine Bestandtheile, andererseits physikalisch und rein mechanisch durch seine physikalische Zusammensetzung, seine Dichte, Porosität, Härte u. s. w. Er ist der

1) E. Hallier, Die pflanzlichen Parasiten des menschlichen Körpers. Leipz., 1866. Vergl auch: Gährungserscheinungen. Leipz., 1867.

Pflanze wichtig als das Substrat, in welchem dieselbe leichter oder schwieriger ihre Wurzeln befestigt und als die Hauptquelle der flüssigen Nahrung. Auf Atmosphäre und Boden wirken Licht, Wärme, Elektricität, Magnetismus und Gravitation und alle diese Naturkräfte müssen ihre günstigen oder ungünstigen Wirkungen auf die Pflanzenwelt geltend machen, wenn sie auch nur für Licht und Wärme uns etwas näher bekannt sind. Wie der Boden als Behälter der flüssigen Nahrung, so wird die Atmosphäre durch die Zufuhr und Abfuhr gasförmiger Stoffe und durch den Wasserdampf von höchster Wichtigkeit. In letzter Beziehung kommen besonders ihre Bewegungen, die Winde, in Betracht.

Die Pflanzen wirken auf ihres Gleichen entweder als Unkräuter oder als Schmarotzer. Unkraut muss bei der Pflanzencultur alles dasjenige genannt werden, was der Cultur Eintrag thut, ohne sich gerade direct vom Lebenssaft der cultivirten Gewächse zu nähren. Pflanzen, welche zum Schutz des Bodens dienen, wie z. B. die dem Walde so unentbehrliche Moos- und Grasdecke, können daher nicht mit unter diesen Begriff gefasst werden. Dagegen gehören alle Pflanzen dahin, welche, ohne der Culturpflanze anderweitig zu nützen, ihren Boden aussaugen. Hierher sind auch die Epiphyten zu rechnen, d. h. solche Gewächse, welche zwar auf anderen vegetiren, ohne jedoch ihre Wurzeln oder Saugfäden in deren Gewebe einzusenken. Es sind also keine Schmarotzer, sondern Epiphyten. Schädlich können sie wirken durch die Belastung der Pflanzen, auf denen sie vorkommen, durch die Entziehung von Wärme und Licht, durch Ansammlung von Feuchtigkeit, dadurch hervorgerufene Fäulniss u. s. w.

Die ächten Schmarotzer oder Parasiten dagegen wirken unmittelbar durch Entziehung des Nahrungssaftes auf ihre Unterlage.

In einem ähnlichen Verhältniss wie die Pflanzen stehen die Thiere zu den Gewächsen. Diejenigen Thiere, welche auf Pflanzennahrung angewiesen sind, vernichten entweder die Pflanzen und ihre Producte vollständig, oder sie bringen den Pflanzen schädliche Verletzungen bei, welche oft Ursachen zu Krankheiten werden. Andere Thiere dagegen leben als halbe oder ganze Schmarotzer auf oder in manchen Pflanzen. Die durch sie hervorgerufenen Krankheiten sind gar mannichfaltig, so dass sie eigentlich, wie es schon vielfach versucht worden, eine gesonderte Darstellung erheischen.

Nicht minder mannichfach sind die Einflüsse, welche der Mensch auf die Pflanzenwelt ausübt. Die durch ihn hervorgerufenen Krankheiten entstehen besonders

1) durch falsche Acclimatisationsversuche;
2) durch falsche Behandlung der Pflanze selbst, so z. B. beim Schnitt der Bäume;

3) durch falsche Behandlung des Bodens, so z. B. durch falsche oder zu starke Düngung.

Wir erhalten aus Vorstehendem folgendes Schema für unsere Abhandlung der Pflanzenkrankheiten:

I. Krankheiten, entspringend aus dem Verhältniss der Pflanzen zur anorganischen Natur.

§ 1. Durch atmosphärische Einflüsse bedingte Krankheiten.

1) klimatische Krankheiten.
2) Witterungs-Krankheiten.

Beide entstehen aus dem Verhältniss der Pflanzen zu:

a. Feuchtigkeit;
b. Wärme;
c. Licht;
d. Elektricität;
e. Magnetismus;
f. Gravitation;
g. Luftbewegung;
h. Niederschläge;
i. Chemismus.

§ 2. Durch den Boden vermittelte Krankheiten.

Entstehen aus dem Verhältniss des Pflanzenbodens zu:

a. Oberflächenbeschaffenheit;
b. Chemismus;
c. Feuchtigkeit;
d. Wärme und den übrigen Imponderabilien;
e. Physikalische Bodenbeschaffenheit, Porosität, Dichte u. s. w.

II. Krankheiten, entspringend aus dem Verhältniss der Pflanzen zu den Organismen.

§ 3. Krankheiten, hervorgerufen durch Pflanzen.

a. Durch Unkräuter und Epiphyten.
b. Durch Schmarotzer (Parasiten).

§ 4. Krankheiten, hervorgerufen durch Thiere.

a. Mechanische Verletzungen.
b. Durch Schmarotzer hervorgerufene Krankheiten, Entziehung der Säfte, Wuchergewebe, Gallenbildung u. s. w.

§ 5. Krankheiten, hervorgerufen durch den Einfluss der Menschen.

a. Durch falsche Acclimatisationsversuche.
b. Durch falsche Behandlung der Pflanzen selbst.
c. Durch falsche Wahl und Zubereitung des Bodens.

Krankheiten der Culturgewächse.

Erstes Buch.

Krankheiten, entspringend aus dem Verhältniss der Pflanze zur anorganischen Natur.

Abschnitt I.

Durch atmosphärische Einflüsse bedingte Krankheiten.

Kapitel 1.

Klimatische Krankheiten.

Wir setzen in diesem Kapitel voraus, dass die Pflanzen in ihrem Vaterland vegetiren oder wenigstens vollkommen eingebürgert sind, da die Acclimatisations-Krankheiten im fünften Kapitel Berücksichtigung finden sollen. Es reduciren sich die hier zu erwähnenden Krankheitserscheinungen daher erstlich auf solche, welche bestimmten Gegenden eigenthümlich sind und zweitens auf solche, welche durch Veränderung des Klima's hervorgerufen werden.

a Durch locale klimatische Ursachen bedingte Krankheiten. Krankheiten dieser Art entstehen am häufigsten durch Unregelmässigkeiten in den klimatischen Einflüssen, so z. B. durch extreme Maxima oder Minima von Wärme, Feuchtigkeit, durch Luftbewegungen u. s. w. Die beständigen Extreme des Klima's eines Ortes selbst rufen selten Erkrankungen der Gewächse hervor, weil diese sich den localen Finflüssen längst angeschmiegt haben. So z. B. gedeihen im Ganzen saftreiche, langsam vegetirende Pflanzen in der glühenden Atmosphäre tropischer Wüsten und Steppen recht gut, aber der trockne, heisse Sturm kann ihnen doch einmal hier oder da verderblich werden. Der Pflanzenzüchter hat daher in allen denjenigen Gegenden, wo klimatische Extreme herrschen, ein besonders wachsames Auge selbst auf die eingebürgerten oder heimischen

Pflanzen zu werfen. Hier lassen sich kaum allgemeine Regeln aufstellen, sondern für jede einzelne Pflanze ist ihr Verhältniss zum Localklima zu studiren.

Von den Imponderabilien kommt in hervorragendem Grade nur die Wärme in Betracht, denn über extreme Lichteinflüsse liegen bis jetzt keine erheblichen Daten vor. Die durch anhaltende Bewölkung verminderte Insolation hat gewiss auch durch Lichtverminderung Einfluss auf die Pflanzen, doch lässt sich dieser Einfluss meist nicht getrennt wahrnehmen, weit weniger noch der Einfluss elektrischer und magnetischer Spannungen. JULIUS SACHS [1]) hat gezeigt, dass das Licht den bedeutendsten Einfluss auf die Assimilation der Pflanze ausübt; ebenso aber zeigte er, dass die mit einem Magazin assimilirter Substanzen versehenen Gewächse lange Zeit chemische und plastische Veränderungen ihres Gewebes ohne Licht einleiten oder mit anderen Worten fortwachsen können. Es concentrirt sich also der wesentliche Einfluss des Lichtes auf bestimmte Perioden des Pflanzenlebens, insbesondere auf die Periode der Ausbildung vegetativer, chlorophyllführender Blätter und Stengel. Selbstverständlich werden also die Lichteinflüsse fast ganz bedeutungslos für die Pilze, die chlorophyllfreien Schmarotzer und überhaupt für alle Pflanzen, welche sauerstoffarme Verbindungen als Nahrung aufnehmen. Pilzculturen sind daher vom Licht meistens ganz unabhängig. Man kann daher Schwämme verschiedener Art, Champignons u. s. w., wenn man ihnen im Mistbeet die sonst nöthigen Bedingungen, namentlich Wärme, Feuchtigkeit und thierische oder pflanzliche Düngung darbietet, zu jeder Jahreszeit mit dem nämlichen Erfolg cultiviren. [2]) Den echten Champignon (*Psalliota campestris Fr.*) muss man sogar gegen zu grelles Licht durch Anstrich der Mistbeetfenster oder durch Cultur im halbdunkeln Raume zu schützen suchen und die nämliche Vorsichtsmassregel möchte bei den meisten Pilzculturen zu empfehlen sein.

Der klimatische Einfluss der Maxima und Minima des Lichtes ist im Ganzen wohl sehr unbedeutend oder wenigstens zur Zeit unerkennbar. Es giebt keine genauen Beobachtungen darüber, dass in denjenigen Erdtheilen, welche ein Maximum atmosphärischer Niederschläge oder ein Maximum der Bewölkung zeigen, durch Lichtmangel hervorgerufene Chlorose (Farblosigkeit der Blätter) häufiger wäre als in anderen Gegenden. Die meisten chlorotischen Erkrankungen der Pflanzen haben, wie wir später zeigen werden, weit mehr ihren Grund in thermischen Ver-

---

1) J. SACHS, Handbuch der Experimental-Physiologie der Pflanzen. Leipz., 1865.

2) Man vergleiche über die Cultur der *Champignons* das in vielfacher Beziehung empfehlenswerthe kleine Buch: JAMES BARNES Briefe über Gärtnerei. A. d. Englischen. Potsdam, 1846. p. 70.

hältnissen und ganz besonders in einem Uebermaass oder einer unrichtigen Vertheilung der Feuchtigkeit.

Das entgegengesetzte Extrem der Beleuchtung bieten alpine und in minderem Grade arktische und antarktische Regionen. Man war früher allgemein der Ansicht, dass die lebhaften Farben der meisten Alpenblumen wesentlich und direct durch die intensivere Beleuchtung hervorgerufen würden. In dieser Form ist jene Ansicht zweifelsohne durch die Beobachtungen von J. Sachs widerlegt worden, aus denen hervorgeht, dass die Farben der Blumen (ausser der grünen) im Finstern ebenso lebhaft [illegible] wie im Sonnenlicht, wenn nur die Pflanze vorher im Licht eine genügende Stärkemenge assimilirt hatte, oder wenn nur der mit Laub versehene Pflanzentheil im Lichte vegetirt. So kann also jedenfalls indirect die [illegible] menge von bedeutendem Einfluss auf die [illegible]entfaltung der Alpenpflanzen sein und anhaltend trübes Wetter kann selbst in alpinen Gegenden [illegible] ein [illegible] Erkranken der Alpengewächse zur Folge haben. So weit [illegible] von Lichtmangel [illegible] wird [illegible] unverhältnissmässig [illegible] Veränderungen [illegible] lassen.

[illegible] die [illegible] Wachsthum [illegible]

[illegible]

bekommen verkürzte Stengelglieder, grössere Blumen mit lebhafteren, oft sogar verschiedenen Farben. Es muss also, wenn die Unabhängigkeit der Blumenfarben vom Licht sich allgemein bestätigen sollte, wenigstens ein indirecter Einfluss desselben vorausgesetzt werden. Man muss wohl voraussetzen, und die Erfahrung bestätigt es hundertfältig, dass den Alpinen durch allmähliche Vererbung eine eigenthümliche Anlage eingepflanzt ist, unter den den Alpen zukommenden Verhältnissen am kräftigsten zu gedeihen und unter anderen zu vergeilen oder ganz zu Grunde zu gehen. Will man also Alpenpflanzen mit Erfolg cultiviren, so muss man ihnen, sei es in den Alpen, sei es auf der Ebene, diejenigen Lebensbedingungen gewähren, unter welchen sie in der Natur vorkommen.

Diese sind nach KERNER:[1]) »Die intensive und lang dauernde Einwirkung der Sonnenstrahlen zur Zeit des Erwachens aus dem Winterschlafe und andererseits die gleichmässige Durchfeuchtung des Bodens durch vermehrte Regen-, Thau- und Nebelbildung.« Wie man im Einzelnen z. B. durch Anhäufung von Schnee zwischen den Beeten, durch mehrmals am Tage wiederholtes Ueberbrausen zur Zeit der Vegetation u. s. w. jene natürlichen Bedingungen auch im Thal und auf der Ebene annähernd herstellen könne, dafür muss ich meine Leser auf KERNER's Schrift verweisen.

Wenn auch im Ganzen ein zu hohes Wärmemaass weit weniger ungünstig auf die Pflanzen wirken wird, als ein zu geringes, so lässt sich doch nicht läugnen, dass es Pflanzen zu geben scheint, welche, an gemässigte Klimate seit undenklichen Zeiträumen gebunden und ihnen ihre Eigenthümlichkeiten verdankend, von einem Wärmeüberschuss nicht nur keinen Gebrauch machen, sondern unter seinem Einfluss leiden. Indessen ist der blosse Einfluss der Wärme dabei sehr selten isolirbar.

Die Pflanzen, welche man aus nördlicheren Gegenden in die Aequatorialzone versetzt, laboriren wahrscheinlich immer oder doch meistens an ganz anderen klimatischen Einflüssen als an dem blossen Uebermaass von Wärme. Auch hier ist daher eine Methode denkbar, die kälteren Gewächse in Tropengegenden zu cultiviren, wenn auch bis jetzt nur wenige tropische Gärten einen Anfang dazu gemacht haben. Aehnliches tritt im Kleinen in gemässigten Klimaten hervor. Ein sehr milder Winter wirkt ungünstig auf das Getreide ein, weil die Wärme in solchen Jahren wie z. B. 1847 ungünstig vertheilt ist. Wenn in Folge des milden Frühlings das Getreide zu früh emporschiesst, so blüht und fructificirt es zu einer Zeit, wo die für diese Verrichtungen nöthige Wärmesumme noch nicht vorhanden ist. Das Getreide bedarf zur Blüthe und zum Fruchtansatz der längsten, wärmsten Tage; blüht es zu früh, so wird ihm täglich

1) a. a. O. p. 28.

eine bestimmte Wärmemenge entzogen; es bringt nun, wie 1847, sehr viel Stroh aber wenige und kleine Körner hervor. Es ist daher zweckmässig, in solchen Gegenden, wo die Sommerwärme etwas höher ist, wie z. B. in heissen Thalkesseln, namentlich das Sommergetreide etwas später zu bestellen als sonst üblich. Alle Gewächse, welche ihrer Früchte wegen gebaut werden, muss man während der Periode des Blühens und Fruchtens mit der nöthigen Wärme versehen, denn zu diesen Functionen bedarf jede Pflanze einer bestimmten Wärmesumme. Beim Getreide und bei allen Sommergewächsen überhaupt kann man die Wärmevertheilung durch die Zeit der Aussaat, bei perennirenden Pflanzen freilich nur durch passende Lage und durch künstliche Wärme im Gewächshaus reguliren. Wie aber einerseits hier keine allgemein gültigen Regeln aufgestellt werden können, sondern jede Pflanze nach dem Klima zu behandeln ist, dem sie unterworfen wird, so lässt sich andererseits gegen Unregelmässigkeiten in den klimatischen Verhältnissen eines Ortes nichts anfangen, weil man sie noch nicht vorher berechnen kann.

Uebermässig hohe Temperaturen schaden, zumal wenn sie von trockenen Winden (bei uns Ostwinden) begleitet sind, nicht durch das Uebermaass der Wärme, sondern durch den Mangel an Feuchtigkeit, und ich glaube, dass selbst in Tropengegenden bei hinreichender Bewässerung die Cultur der meisten Pflanzen gemässigter Klimate gelingen müsse. Gegen den Mangel der Feuchtigkeit lässt sich aber in den meisten Fällen mit Erfolg zu Felde ziehen. Für die Gartencultur ist besonders die Durchfeuchtung der Luft empfehlenswerth. Nicht bloss in Gewächshäusern, sondern auch ganz besonders bei den im Freien befindlichen Pflanzen, wendet man zweckmässig eine Bebrausung an. Die feuchte Luft wirkt hauptsächlich dadurch wohlthätig auf die Pflanze ein, dass sie deren starke Ausdünstung hindert.

Alle grünen Pflanzentheile geben an ihrer Oberfläche durch die Spaltöffnungen Wasser an die Luft ab ohne ein erhebliches Quantum dadurch aufzunehmen.[1] Natürlich findet dieser Wasserverlust der Pflanzen statt im geraden Verhältniss zur relativen Trockenheit der Luft oder mit anderen Worten im Verhältniss der Entfernung ihrer Temperatur vom Condensationspunct (Thaupunct). Hat die Pflanze zu grosse Wasserverluste erlitten, ohne durch den Boden genügenden Ersatz zu erhalten, so erschlaff-

1) Geringe Mengen von Wasser werden durch die Haare und, wie es nach Sachs' Beobachtungen scheint, durch die Epidermis der Nerven aufgenommen. Darin, dass die Thaubildung nur dann stark eintrete, wenn seit dem letzten Regen keine allzu lange Zeit verstrichen, wie Sachs a. a. O. p. 160) behauptet, kann ich nicht mit ihm übereinstimmen; dem widersprechen auch die Berichte der meteorologischen Stationen

das Gewebe, die Blätter und Stengel sinken herab und die Pflanze »trauert«, wie sehr treffend die Gärtner sagen. Bei fortgesetztem Wasserverlust collabiren die einzelnen Zellen, der organische Zusammenhang im Pflanzenkörper wird dadurch aufgehoben und derselbe verdorrt. Ist die Austrocknung so weit vorgerückt, so ist äusserst selten noch Rettung vom Tode möglich, während das blosse Trauern meistens binnen einer Stunde durch hinreichende Bewässerung völlig aufgehoben wird. Natürlich muss das Bespritzen der Pflanzen, das Bewässern des Rasens u. s. w. am Abend geschehen, wenn es nachhaltig wirken soll. Im Sonnenschein würde das Spritzen sogar erheblichen Schaden verursachen, denn jeder Tropfen wirkt als Brennglas auf seine Unterlage bei bestimmter Richtung der durchfallenden Sonnenstrahlen; daher werden Pflanzen oft brandfleckig, wenn sie gleich nach dem Regen von der Sonne beschienen werden. Der künstliche Staubregen wirkt aber am Abend deshalb so wohlthätig auf die Gewächse ein, weil er die relative Feuchtigkeit der Luft, welche ohnedies bei klarem Himmel dem Thaupunct nahe ist, beträchtlich vermehrt. Das angefeuchtete Laub leitet auf der ungeheuren Verdunstungsfläche, welche es darbietet, eine bedeutende Verdampfung ein; der grösste Theil des Dampfes wird jedoch sofort wieder verdichtet, wodurch ein künstlicher Nebel entsteht, ganz ähnlich dem abendlichen Wiesennebel oder den Wölkchen, welche man gleich nach dem Regen aus dem von der Sonne beschienenen Walde aufsteigen sieht.

Aus einem etwas anderen Grunde muss auch das Begiessen am Abend stattfinden. Das Abends dem Erdboden zugeführte Wasser kann bis zum folgenden Mittag von der Pflanze aufgenommen werden, während, Vormittags angewendet, das Wasser meist sofort an die Luft in Dampfform abgegeben wird.

Wiesenland wird, wenn fliessendes Wasser in der Nähe, je nach der Lage des Ortes, durch Berieselung oder, wenn das Wasser fehlt, durch Baumwuchs gegen die Dürre geschützt; dichte Waldungen schützen sich selbst und schaffen Quellen der Bewässerung; schwieriger ist es, in trocknen oder unregelmässigen Klimaten die Feldfrüchte gegen Dürre zu schützen. In gleichmässig trocknen Gegenden dürfte sich die Drillcultur empfehlen; jedenfalls am radicalsten und, wie ich glaube, unbedingte und allgemeine Abhülfe schaffend, wäre eine zweckmässige Regulirung des Verhältnisses zwischen Wald und Feld. Alle waldlosen oder waldarmen Gegenden im Innern der Continente haben über Dürre oder Unregelmässigkeit des Klima's zu klagen. Die Bäume sind die besten Feuchtigkeitsregulatoren. Sie schützen durch Beschattung den Boden vor dem schnellen Austrocknen; der feuchtere Boden erzeugt eine Decke von Moosen und Kräutern, welche ihm nun einen noch besseren Schutz verleihen und so ihrerseits den Bäumen ihren Dank durch Zurückzahlung

abstatten. So entstehen Quellen und Seen in waldreichen Gegenden. Die Lichtung der Wälder macht die Quellen versiegen, die Luft austrocknen, die Pflanzendecke verschwinden. Man bedenke nur, dass ausser Wäldern und Wiesen alles Culturland eigentlich ein Steppenklima bedingt. Die Felder sind während fast zwei Drittheilen des Jahres ohne allen Pflanzenschutz den ausdörrenden Einwirkungen der Sonne und der Winde ausgesetzt. Der Niederschlag müsste also nicht bloss diese bedeutenderen Verdunstungsmengen ersetzen, sondern noch einen Ueberschuss zur Speisung von Quellen hergeben. Dazu kommt noch, dass die pflanzenarme Ebene vermindernd auf die Niederschläge einwirkt, in hervorragendster Weise namentlich auf die Thaubildung. Und wie geringen Schutz gewährt selbst in der Vegetationsperiode das Getreide dem Erdboden. Die Sonnenstrahlen treffen ihn, zwischen den starren Halmen hindurchgehend, und durchglühen ihn ebenso wie im südaustralischen Urwalde.

Wie oft hört man Klagen über Dürre und wie leicht wäre ihnen abzuhelfen! Aber freilich kann das nur geschehen auf Veranlassung der Regierungen, welche es dem Grundbesitzer zur Pflicht machen, einen bestimmten Theil seines Eigenthums der Forstcultur zu widmen. Eine strenge Handhabung vernünftiger Forstgesetze versteht sich dabei, wenn die Maassregel nützen soll, von selbst.

Wenn, wie in Tirol, das »Schnatzen«, d. h. Entlauben der Bäume erlaubt ist, um das Laub dem Vieh zu füttern, so darf man sich nicht wundern, dass unter solchen Bäumen weder Moos noch Gras mehr wachsen will, dass die Forsten das traurigste Ansehen gewähren und dass der erste Gewitterregen an den Abhängen die schrecklichsten Verheerungen hervorruft. Im Sarnthal bei Bozen sah ich ganze Fichtenbestände ihrer Aeste beraubt bis auf einen kleinen Wipfel; der Boden unter den Bäumen ist dürre, vegetationsleer, steinig. Ganze Forsten werden durch die Niederschläge entwurzelt. Das Etschthal zwischen Bozen und Meran gehört seiner Lage nach zu den fruchtbarsten der Welt und welchen Anblick bietet es in Wirklichkeit? Der breite Thalboden ist ein Kiesmeer, mit schilfbewachsenen Sümpfen abwechselnd; die niedrigen Terrassen und Gehänge sind mit Weinbergen bedeckt, über welche traurige Forsten, welche diesen Namen kaum verdienen, sich an den Abhängen erheben. Jeder Gewitterregen vermehrt die Kiesmassen im Thal in erschrecklicher Weise, zerstört oder verschüttet die Strasse und das wenige Culturland. Welche Reichthümer könnten dem Staat und den Bewohnern erwachsen durch Regulirung der Gewässer und ordentliche Beforstung der Abhänge.

Jene Scenen brauchen wir aber nicht im österreichischen Staat allein zu suchen; sie wiederholen sich im Kleinen auch bei uns.

Der Kessel des Saalthales bei Jena erhält nachgewiesenermaassen

eine geringere jährliche, besonders sommerliche Regenmenge als die Umgebung. An diesem Umstande sind allein die Bewohner Schuld. Der warme, von den kahlen Abhängen aufsteigende Luftstrom löst fast jedes herannahende Gewitter auf, so dass es oft ringsum regnet, ohne dass in Jena ein Tropfen zur Erde fiele. Beständig hört man daher Klagen über Dürre, oft selbst in regnerischen Sommern. Energisch wird aber zur Beforstung der Abhänge und dürren Plateau's nichts gethan, welche natürlich bei starken Regen sehr unwillkommene Kiesmengen in's Thal herabsenden. Zudem verwüstet jeder Grundbesitzer nach Kräften die geringe Strauchvegetation, die sich etwa an Wasserrissen ansiedelt. Die Forstbestände sind, so z. B. im Jenaischen Forst, derart, dass sie nicht einmal den Boden vor den Sonnenstrahlen schützen können. Natürlich rächt sich diese Willkür in der Beforstung durch Versiegung aller Quellen und Ausdörrung des Bodens. Um das Maass dieser Uebelstände voll zu machen, legt man Kiefernbestände an. Die Kiefer ist aber derjenige Baum, welcher vielleicht von allen einheimischen Holzpflanzen am allerwenigsten für den Kalkboden geeignet ist. Versuchte man es mit Buchen oder, wenn man durchaus Nadelholz haben will, mit Fichten, so würden die Klagen über die angebliche Unmöglichkeit der Beforstung dieser sterilen Abhänge bald genug aufhören. Auch hier stecken bei verhältnissmässig geringen Auslagen ungeheure Capitalien ungenutzt im Boden. Auch die Bepflanzung der Strassen mit Obstbäumen oder Pappeln ist hier sehr nachtheilig. An die Landstrasse gehören hochwüchsige, schattenwerfende Bäume (Eichen, Buchen, Hainbuchen, Rüstern, Linden, Ahorne u. s. w.), mit kleineren, etwa Ebereschen und Obstbäumen abwechselnd.

Wären die Abhänge und Plateau's bewaldet, womöglich die dürren Weinberge durch Forsten ersetzt oder doch beschränkt, so würde sich gar bald die wohlthuendste Wirkung auf die Thalsoole geltend machen und allen Klagen über Dürre ein Ziel setzen. Hier wird der guten Sache stets der Eigennutz des Privatmannes im Wege stehen, welcher nichts für den Niessnutz seiner Enkel thun will; eben deshalb aber sind derartige Maassregeln Sache der Regierung, der Gesetzgebung und der Verwaltung.

Ein sehr charakteristischer Beleg für die klimatischen Verhältnisse des Saalthals liegt in der Thatsache, dass die Thalwiesen, damit sie nicht völlig austrocknen, mit einem sehr dichten Bestand von Erlen und Weiden bepflanzt werden.

Es glaube aber Niemand in solcher Lage die Schuld allein auf die Uebrigen wälzen zu dürfen. Ich behaupte geradezu, dass jeder noch so kleine Grundbesitzer durch zweckmässige Bepflanzung die psychrometrischen Verhältnisse seines Grundstücks mehr oder weniger reguliren könne; besonders aber ist die so wichtige nächtliche Thaubildung unmittelbar von der Vegetation abhängig. Man wird zwar in einer dürren

Gegend nicht alleinstehend alle Uebelstände beseitigen können, aber einen Minderverlust darf der sorgsame Landwirth sich vor seinen Nachbarn versprechen. Ein Beispiel für eine derartige Regulirung der Feuchtigkeitsverhältnisse im Kleinen bieten manche Gegenden der schweizerischen Voralpen, wo auf Gemüseland in zweckmässigen Abständen Obstbäume gepflanzt werden, welche üppig gedeihen und durch ihren reichen Ertrag die ohnedies vermehrte Production des Landes erhöhen.

Weit schwieriger ist es natürlich, ein klimatisches Uebermaass von Feuchtigkeit zu beschränken. Hat dieses seinen Grund in zu grosser Bewaldung, wie es freilich in der nördlichen gemässigten Zone zur grossen Seltenheit geworden ist, so bietet sich das Mittel zur Abhülfe von selbst dar. Weit häufiger liegt der Grund in ganz allgemeinen Verhältnissen, die sich nicht beseitigen lassen. so z. B. in der Nähe des Meeres und dem dadurch bedingten Gegensatz zwischen Land- und Seewinden, in niedriger Lage des Landes u. s. w. Hier lässt sich nur durch Drainage und Canalisirung abhelfen.

Hat man in dieser Hinsicht seine Pflicht gethan, so wird man allen solchen Gewächsen zur Fortexistenz verhelfen, welche bloss durch die Feuchtigkeit selbst, nicht etwa durch damit meist verbundene Einbusse an Wärme, leiden. Zur Fruchtreife bedürfen manche Gewächse einer bedeutenden Wärmequantität, während sie andererseits ziemlich niedrige Wintertemperaturen ertragen können, ohne zu Grunde zu gehen. Dahin gehört z. B. der Weinstock. Im westlichen Frankreich liegt die Nordgrenze der Weincultur weit südlicher als in Mitteldeutschland, weil die grosse Menge des Herbstregens in der Nähe der Küste den Weinstock zur Zeit des Fruchtens der nöthigen Wärme beraubt. Dessen ungeachtet ist die mittle Jahrestemperatur, noch mehr aber die mittle Wintertemperatur, beträchtlich höher als in Mitteldeutschland. Man müsste also eigentlich für den Weinstock und ähnliche Gewächse zwei Isothermen ziehen, eine Isotherme des Fruchtens und eine der Vegetation überhaupt.

So wird noch in den Anlagen um Hamburg die edle Kastanie *Castanea vesca L.* ein stattlicher Baum, aber seine Früchte kommen niemals zur Ausbildung. Auch bei Wernigerode am Harz findet man ein üppiges Kastanienwäldchen, dagegen ist es schon in Thüringen an den meisten Orten sehr schwer, die Kastanien durch den kalten Winter zu bringen, während doch die Sommertemperatur weit bedeutender ist als in Hamburg.

Ueber die Einflüsse häufiger elektrischer oder magnetischer Gewitter auf die Vegetation ist so gut wie nichts bekannt; ebensowenig giebt es einigermassen brauchbare Angaben über den Einfluss sehr verschiedener Barometerstände. Die analoge und in manchen Gliedern fast gleiche Beschaffenheit der polaren und alpinen Floren lassen sogar voraussetzen,

dass der Barometerstand im Ganzen sehr unbedeutend auf die Vegetation einwirke.

Von grosser Bedeutung sind dagegen die Bewegungen der Luft. Ein Uebermaass der Winde übt den allerschädlichsten Einfluss auf die Vegetation. In sehr windreichen Gegenden, wie z. B. in Holstein, ist daher die Koppelwirthschaft eingeführt. Man umzieht die Grundstücke von bestimmter Ausdehnung mit Erdwällen, welche mit Holz bepflanzt werden, bald hochwüchsig, bald niedrig, je nach Bedürfniss. Zwischen solchen Koppeln ziehen sich die Wege, sogenannte Redder, hindurch, welche beiderseits von Gräben und dahinter sich erhebenden Erdwällen begrenzt sind, deren Gebüsch den angenehmsten Schatten darbietet.

Im Kleinen sucht der Gärtner seine Pfleglinge durch künstliche oder natürliche Zäune, durch Spalierwände oder durch 50—60 Fuss hohe Fichtenhecken[1]) zu schützen.

Der Einfluss des Windes auf die Pflanzen ist ein doppelter. Erstlich ein mechanisches Zerbrechen und Zerknicken. Diesem sind vor allem unsere einsilbigen Forstbestände, unter diesen wieder besonders die Nadelhölzer ausgesetzt. Besonders auf Sandboden können ganze Kiefernbestände durch einen einzigen Sturm niedergeworfen werden. Abwechselung mit Laubholz, und Laubholz an den Angriffspuncten, den am meisten exponirten Stellen, ist das Einzige, was sich dagegen thun lässt.

Aehnlich wirkt der Wind auf das Getreide ein. Auf der Insel Helgoland kann deshalb kein Getreide gebaut werden, weil fast immer der Sturm es niederknickt, bevor es reift.

Der Sturm wirkt aber nicht bloss mechanisch, sondern weit verderblicher durch die ungemeine Steigerung der Transspiration. Die Pflanzen vertrocknen im eigentlichsten Sinne des Wortes. Nach einem Sturm sieht man auf der schutzlosen Felseninsel Helgoland das Grün der Pflanzendecke völlig vernichtet. Nicht nur die Bäume sind zerfetzt und zerpeitscht, so weit sie über die Giebelhöhe der Häuser hinaufreichen, sondern selbst jedes niedere Kraut ist geschwärzt. Wo der Wind direct mit voller Stärke angreifen kann, da findet natürlich ein mechanisches Zerreissen des Gewebes statt, aber auch ohne solches Zerreissen wird die Oberfläche des kleinsten, unmittelbar dem Boden aufliegenden Blattes ausgedörrt und geschwärzt. Der Ueberrest der Pflanzendecke sieht nach dem Sturme geradezu verbrannt aus.

---

1) Dergleichen befinden sich in mehren Samengärten Hamburgs, welche, an der Elbe gelegen, den Winden sehr preisgegeben sind. Mr. Barnes (a. a. O. p. 17) theilt ein Verfahren mit, durch Wälle von Erde, in Intervallen von 12 Fuss angebracht, Kohl gegen die scharfe Luft zu schützen. Die Abhänge der Wälle werden zum Ausstecken von Endivien, Letschen, Blumenkohl u. s. w. benutzt.

Uebrigens ist der Einfluss des Windes ein sehr verschiedener je nach der Textur der Pflanzengewebe. Am besten widerstand auf Helgoland der Teufelszwirn (*Lycium europaeum*) dem Winde. Das Getreide wird vollständig zerstört. Die gröberen Gemüsesorten, so z. B. Kohlarten, leiden weniger als Erbsen, Bohnen, Blumenkohl, Salat u. s. w., welche nur im Schutze der Häuser cultivirt werden können. Die Kartoffeln verlieren ihr Laub vollständig, scheinen aber im Ganzen doch gute Ernten zu geben. Ausführlichere Angaben über das Verhalten der Pflanzen wie über den Sturm überhaupt findet man in meinen beiden Schriften über Helgoland[1]).

2) Durch Veränderung des Klima's bedingte Krankheiten.

Den Veränderungen des Klima's für einen bestimmten Punct an der Erde liegen in der Regel Temperaturveränderungen zu Grunde, welche ihrerseits hauptsächlich durch Ausrodung oder Anbau von Wäldern, durch Bewegung von Eismassen im Ocean, durch Bewegung, Zunahme und Abnahme der Gletscher in Alpengegenden und durch Veränderung der Meeresströmungen bedingt werden. In allen diesen Fällen wirken auf das Pflanzenleben thermische und psychrometrische Verhältnisse ein: die letztgenannten meist als Folge der ersten auftretend. Natürlich lässt sich nur gegen die Einflüsse der Feuchtigkeit mit Erfolg zu Felde ziehen und wir haben die dahin einschlagenden Mittel schon früher angedeutet. Veränderung der psychrometrischen Verhältnisse eines Landes wird leider weit häufiger durch die Menschen als durch rein atmosphärische Veränderungen hervorgerufen. Sehr selten geschehen solche Veränderungen zur Verbesserung des Landes, bei weitem in der Mehrzahl der Fälle zum Ruin desselben. Es ist wohl nicht übertrieben, wenn wir behaupten, dass das ganze südliche Europa, namentlich Griechenland, Italien, Spanien der grösste Theil von Frankreich u. s. w. durch Zerstörung der Wälder und der Vegetation überhaupt im Lauf der Geschichte verwüstet ist, so dass es ungemein schwer ist, den diesen Ländern zugefügten Schaden wieder zu ersetzen.

Die Veränderung des europäischen Klima's seit 2000 Jahren, die Verwüstung und Verwilderung der Cultur aller südeuropäischen Länder, das Vorrücken einzelner Culturgewächse wie z. B. des Klee's, des Weinstocks u. a. nach Norden, ihr Verschwinden im ausgedörrten Süden: — diese und viele andere Thatsachen sind zu sehr sprichwörtlich bekannt geworden, als dass wir sie weiter auszuführen nöthig hätten.

Natürlich rufen klimatische Veränderungen jeglicher Art, besonders bei empfindlichen, zarten Pflanzen, eine ganze Reihe von Erkrankungen

1) E. HALLIER, Nordseestudien. Hamburg, 1863, und: Die Vegetation auf Helgoland. Hamburg, 1861. 1863.

hervor; da wir diese aber im folgenden Kapitel besprechen, so wollen wir hier im Allgemeinen auf dasselbe verweisen, denn sie fallen fast alle genau oder nahezu mit den Witterungskrankheiten zusammen.

Kapitel 2.

Witterungs-Krankheiten.

Die Witterungs-Krankheiten sind abhängig von Feuchtigkeit, Wärme, Licht, Elektricität, Magnetismus, Gravitation (Barometerstand), Chemismus und Bewegung der atmosphärischen Luft. Bei den meisten dieser Agentien hat man zuerst im Allgemeinen ein Maximum und ein Minimum für jede Pflanze in's Auge zu fassen. Es kann ein Zuviel und ein Zuwenig von Feuchtigkeit z. B. stattfinden. Zweitens kommt hier die Vertheilung des Quantums auf die Jahreszeiten und grosse Extreme zu *einzelnen* Perioden in Betracht, und drittens das Monats- und Jahres*mittel*. Für die verschiedenen Jahreszeiten in ihrer Wirkung auf die Pflanzen ist der Unterschied in der Periodicität von ungemeiner Bedeutung. Die Sommergewächse haben darin z. B. einen ungeheuren Vortheil, dass sie nur die Sommertemperatur verwerthen, ohne von der Wintertemperatur zu leiden. Daher halten so viele Gewächse sich des heissen, kurzen Sommers wegen in einer sehr hohen Breite, sofern sie Sommergewächse sind.

Nehmen wir nun die einzelnen Agentien der Reihe nach durch.

Ein Maximum der Luftfeuchtigkeit, d. h. Sättigung der Atmosphäre mit Wasserdämpfen ist an sich den Pflanzen nicht schädlich. Es ist sogar höchst wahrscheinlich, dass alle Pflanzen sich in einer gesättigten Luft am wohlsten befinden. Tritt jedoch die Temperatur des Condensationspunctes ein, so fällt der Wasserdampf der Luft als Thau, Nebel, Regen u. s. w. herab, es tritt Wolkenbildung ein, welche durch Abhalten des Sonnenlichtes, mehr noch durch Abhalten der Sonnenwärme den Pflanzen schädlich werden kann. So z. B. schadet die dampfgesättigte Atmosphäre eines Treibhauses dem Wein und seinen reifenden Trauben durchaus nicht, sie ist ihm sogar sehr wohlthuend, sofern die Sonne scheint; anhaltende Bewölkung im August schadet aber im Freien den Trauben, weil sie die Sonnenstrahlen abhält. Anhaltende Niederschläge schaden durchaus nicht durch die Feuchtigkeit der Luft, sondern durch Bodennässe; die dadurch hervorgerufenen Erkrankungen gehören also in den folgenden Abschnitt. Ganz anders verhält es sich mit dem Feuchtigkeits-Minimum. Sehr trockne Luft, besonders anhaltende trockene Winde, ent-

ziehen den Pflanzen durch beschleunigte Verdunstung das Wasser. So lange der Boden genügend feucht ist, werden die meisten Pflanzen keinen erheblichen Schaden erleiden, da die Feuchtigkeit beständig ersetzt wird. Nur Pflanzen mit sehr zarter Blattbildung, namentlich sogenannte Schattenpflanzen wie z. B. die meisten Farren, leiden unmittelbar durch die zu starke Verdunstung.

Im ersten Fall, wenn die Pflanze härter ist, beginnt sie erst, wenn die Feuchtigkeit des Bodens nahezu erschöpft ist, zu trauern, wie die Gärtnersprache sagt, d. h. die des Wassers beraubten Zellgewebe erschlaffen, collabiren und sind nicht mehr im Stande, einander aufrecht zu erhalten. Dieser Process ist ein rein mechanischer. Man kann sich von ihm das einfachste Bild entwerfen, wenn man einen gefüllten Spritzenschlauch vergleicht. Derselbe ist prall und steif und kann nach allen Seiten gerichtet werden; sobald aber die Wasserzufuhr aufhört, collabirt er und hängt schlaff herab, so dass man ihn nicht mehr beliebig richten kann, ohne ihn an vielen Puncten zu unterstützen.

So lange die Pflanzen nur trauern, haben ihre Gewebe noch nicht alles Wasser verloren, es kann daher dieser leichte Uebelstand meistens durch Wasserzufuhr gehoben werden. Trocknet das Gewebe aber vollständig aus, so ziehen sich die Primordialschläuche der Zellen zusammen; die Zellen werden dadurch unthätig und sterben ab. Von jetzt an sind sie nicht mehr im Stande, die Verbindung der Gewebe herzustellen wenn auch neue Flüssigkeit zugeführt wird. Man nennt einen solchen Pflanzentheil vertrocknet. Die Zellen sind grösstentheils mit Luft erfüllt, daher zeigen vorher grüne Pflanzentheile jetzt ein grauliches oder bräunliches Aussehen. Natürlich zeigt sich das Vertrocknen zuerst an den Blättern, da hier die Verdunstungsfläche am grössten ist im Verhältniss zum Kubikinhalt. Auch hier kann sie sich anfangs auf einzelne Puncte beschränken und schreitet meistens von der Spitze zur Basis fort. Auch die zarteren Stengeltheile werden jetzt ergriffen. Nun tritt aber ein langer Stillstand ein, denn nach Zerstörung der Blätter ist die Verdunstung sehr gemässigt; daher kann bei den meisten Pflanzen der Stamm noch lange lebenskräftig bleiben, nachdem die Blätter vollständig vertrockneten. Darauf beruht auch die bekannte Thatsache, dass *Cacteen* und andere blattlose aber dickstengelige Gewächse oft lange Zeit ohne Wasser fortexistiren. Die Gärtner geben daher bei einem vertrockneten Holzgewächs die Hoffnung auf Wiederbelebung desselben nicht eher auf, als bis die holzigen Theile selbst verdorrt oder verfault sind. Angehende Pflanzenzüchter gerathen oft in Verwunderung, wenn ein längst verdorrt geglaubtes Topfgewächs nach der Anfeuchtung unerwartet wieder zu wachsen beginnt.

Aus Vorstehendem leuchtet ein, dass anhaltende Dürre bei Forst-,

Feld- und Wiesenculturen für die meisten Gewächse nicht verderblich werden kann, wenn man im Stande ist, ein passendes und ausreichendes Bewässerungssystem anzubringen. Das ist der grosse Vortheil der Reiscultur, dass sie vom Wetter fast unabhängig ist. In Tirol berieselt man an günstig gelegenen Orten, so z. B. im Etschthal bei Meran, die Weinberge. Für unseren Getreidebau wäre eine Regulirung des Verhältnisses zwischen Wald und Feld zunächst das richtigste Mittel, um den nachtheiligen Einfluss dürrer Witterung zu mässigen.

Es giebt, wie gesagt, eine Menge Pflanzen, welche nicht nur vom Boden her, sondern auch in der umgebenden Luft einer Sättigung mit Feuchtigkeit oder doch eines bestimmten Minimums bedürfen, welches nicht unterschritten werden darf. Vor allem gehören dahin die Wasserpflanzen. Ihre zarten, nicht durch eine derbe *Cuticula* geschützten Blätter leiten so energisch die Verdunstung ein, dass der Ersatz von unten her nicht rasch genug erfolgen kann; die schwimmenden Blätter, wie z. B. die der *Nymphaeaceen*, vertrocknen daher, wenn man sie über die Wasserfläche erhebt, wenn auch ihr Stengel im Wasser bleibt. Diese Empfindlichkeit gegen die Verdunstung zeigt sich in den verschiedensten Abstufungen. Gewächse feuchter Klimate, so z. B. Alpenpflanzen und Pflanzen Oceaniens bedürfen einer fast immer dampfgesättigten Luft, das Wesentlichste, was man bei ihrer Cultur zu berücksichtigen hat. Die *Ericeen* des Kaplandes, die *Epacrideen* Neuhollands, die meisten Farren und *Lycopodiaceen*, vertragen daher nicht unsere trockne Zimmerluft, was den Zimmergärtnern manchen Kummer verursacht[1]. Dass man solche zarte Pflanzen ganz besonders vor Austrocknung des Bodens schützen muss, versteht sich wohl von selbst, und meistens hat bei ihnen das Trauern weit mehr die Bedeutung eines gefährlichen Symptoms als bei härteren Pflanzen. Bei zarten Pflanzen, besonders bei *Epacrideen* und *Ericineen*, muss man, wenn sie trauern, zunächst durch feines Bespritzen Sorge tragen, dass die grünen Theile sich wieder erfrischen und aufrichten; — erst nachdem dieses gelungen ist, darf man den Boden begiessen. Bei solchen Pflanzen scheint sich nämlich die einmal unterbrochene Verbindung mit dem Centralorgan (Stamm und Wurzel) sehr schwer wieder herzustellen, es kann daher die Pflanze vertrocknen, selbst bei nassem Boden. Die meisten Pflanzen nehmen indessen direct aus der Luft nur sehr langsam und wenig Feuchtigkeit auf. Man kann dafür ein schlagen-

---

1) Einzelne Tropengewächse liefern dafür glänzende Beispiele. Der durch seinen köstlichen Blüthenduft so beliebte ächte weissblühende Jasmin (*Jasminum Sambac Ait.*) der aus Ostindien zu uns gekommen, verliert in der trocknen Zimmerluft beständig seine Blätter durch Verdorren; man kann ihn nur durch Cultur unter einer grossen Glasglocke oder in einem feuchten Tropenhaus davor schützen.

des Beispiel sehen, wenn nach langer Dürre Regen eintritt. Die Holzgewächse fahren noch im stärksten Regen fort zu trauern, bis der Boden durchnässt ist und vom Stamm den Blättern Wasser zugeführt wird.

Im Volk hört man bisweilen Klagen über »Bersten« und »Reissen« der Pflanzen durch zu starkes und plötzliches Austrocknen. In den meisten, wenn nicht in allen Fällen werden sich solche Erscheinungen entweder auf rein mechanische Einflüsse oder auf Einwirkungen des Frostes zurückführen lassen. Das Ausdörren kann bei Bäumen allerdings Spalten hervorrufen, aber wohl äusserst selten beim lebendigen Gewebe (Splint, Cambium und Bast). Freiliegende Wundflächen werden natürlich bei trocknem Wetter Risse bekommen und zwar longitudinale bei Rindenverletzungen oder häufiger transversale, wenn Aeste abgesägt oder abgebrochen und die Wundflächen blossgelegt sind. An sich sind diese Risse nicht weiter gefährlich, aber sie lassen das Regenwasser ein und veranlassen Fäulniss der innern, relativ abgestorbenen, Holzlagen, welche, durch Pilze (Schimmelbildungen) eingeleitet, immer weiter um sich greift und ein Hohlwerden des Stammes oder Astes zur Folge hat. Zuletzt kann der Fäulnissprocess natürlich auch das lebende Gewebe ergreifen, aber meistens schadet das Hohlwerden dem Baume nur dadurch, dass es ihn seiner Festigkeit beraubt, so dass er dem Winde keinen Widerstand mehr leistet. Die Weiden werden, wenn man sie köpft, stets vollständig hohl. Die Bauern des Saalthals in Ostthüringen brennen die alten Weiden aus, um die Fäulniss zu hemmen; meistens aber geht dabei alles Holz verloren, so dass der Baum schon schwachen Windstössen erliegt. Die Weiden spalten nach dem Hohlwerden ihren Stamm oft in 3—4 Theile, deren jeder gewissermassen ein selbstständiges Leben fortführt

Die Einflüsse des Austrocknens der Wunden an Bäumen verhütet man durch eine richtige Behandlung der Wunden, worüber im letzten Abschnitt nachzulesen [1].

Wie es sehr unwahrscheinlich ist, dass die Pflanzen durch grosse Luftfeuchtigkeit an und für sich Nachtheile erfahren sollten, ebenso ist auch die grosse Sonnenwärme an sich gewiss keiner Pflanze nachtheilig. Seitdem Sachs gezeigt hat, dass die Pflanzen (*Mono-* und *Dicotylen*) nur unter dem Einfluss des Lichtes assimiliren, ist es ganz erklärlich, weshalb Gewächshauspflanzen so leicht übertrieben werden können. Man giebt ihnen nämlich eine hohe Temperatur ohne die nöthige Lichtzufuhr. Sie können also nur wachsen auf Kosten ihrer schon assimilirten Nahrungsdepots. Sind diese unbedeutend, so werden sie etioliren, vergeilen.

1 Die Einflüsse der Nässe, d. h. der wässerigen Niederschläge, so z. B. die Verhinderung der Befruchtung des Obstes und Getreides durch dieselben, sind derartig, dass sie in einer Pathologie nicht wohl Besprechung finden können.

Daher lassen sich Pflanzen mit fleischigen Zwiebeln, Knollen oder Rhizomen eher treiben als dünnstöckige Gewächse, denn jene besitzen grössere Magazine assimilirter Nahrung, sind also unabhängiger vom Licht.

Werden aber Pflanzen kälterer Klimate in wärmere Regionen gebracht, so können sie nicht durch Vergeilung zu Grunde gehen, denn es fehlt ihnen nicht an dem nöthigen intensiven Sonnenlicht. Wenn sie dem Klima unterliegen, so hat das ganz andere Gründe; die Wärme ist unschuldig daran. Directer nachtheiliger Einfluss der Sonnenwärme auf die Vegetation ist bis jetzt nirgends nachgewiesen. Am häufigsten erliegen wohl in Tropengegenden die Pflanzen kälterer Klimate dem Mangel an rechtzeitiger Bewässerung. Dass die Pflanzen ebensowohl eine obere als eine untere Temperaturgrenze haben, ist allerdings ausgemacht und durch die Arbeiten von J. Sachs näher festgestellt worden; dass aber die Sonnenwärme an irgend einem Punct der Erde für irgend eine Pflanze ein zu grosses Maximum erreiche, ist eine unerwiesene Voraussetzung. Die Vertheilung der Wärme und die Feuchtigkeitsverhältnisse sind hier weit wesentlicher als die absolute Wärmequantität. Auch hierfür sind Kerner's Culturversuche mit Alpenpflanzen ungemein lehrreich.

Dass es eine obere Temperaturgrenze der Vegetation giebt, ist ebenso sicher, wie die Thatsache der unteren Temperaturgrenze für dieselbe; aber Sachs (a. a. O. p. 52) macht schon mit Recht darauf aufmerksam, dass diese beiden Grenzen keineswegs allgemein und leicht bestimmbar sind, dass sie nicht etwa für alle Pflanzen im Gefrierpunct des Wassers und im Gerinnungspunct des Eiweisses liegen, sondern bei der grossen Complication der chemischen Zusammensetzung der Zelle und der Gewebe für jede Pflanzenart, ja wir können fast sagen, für jeden Pflanzentheil einer besonderen Bestimmung bedürfen.

Uebrigens wissen wir schon über das Erfrieren der Pflanzen trotz der zahlreichen Angaben über diesen Punct so gut wie nichts[1].

Alle Temperaturangaben beziehen sich auf die Luft, geben also nicht die Temperatur der Pflanzenoberfläche selbst an, welche selbstverständlich bei hellem Himmel niedriger ist. Will man also brauchbare Angaben über das Erfrieren der Pflanzen machen, so muss man bei bedecktem Himmel oder bei künstlicher Bedeckung der Pflanzen beobachten und selbst dann wird man immer nur annähernde Werthe erhalten. Was den Process des Erfrierens selbst anlangt, so steht so viel fest, dass der Tod der

---

1) Es ist merkwürdig, dass eigentlich seit Meyen's klarer Auseinandersetzung über das Erfrieren (Pathologie der Pflanzen p. 320 ff.) nichts Neues über diesen Gegenstand hinzugekommen, ja dass man Meyen's Angaben theils vergessen, theils bezweifelt hat. Meyen war völlig im Klaren darüber, dass der Frost selbst bei völliger Durcheisung des Pflanzenkörpers nicht durch Sprengung der Zellen, sondern durch Veränderung der chemischen und physikalischen Zusammensetzung des Inhalts störend eingreife.

des Beispiel sehen, wenn nach
gewächse fahren noch im
durchnässt ist und
Im Volk
der Pflanzen
meisten, wenn
entweder au
Frostes zur
Spalten he
(Splint, (
lich bei
Rinden
abgebr
Risse
veral
dur
un
de
r

Krankheiten der Culturgewächse

Pflanze oder der Pflanzentheile durch Verwelkung sich zu erkennen kennt. Diese bedarf aber gar keiner besonderen, weithergeholten Erklärung, sondern ist einfach Folge der Unterbrechung des Saftstromes. Der Zelleninhalt muss sich beim Gefrieren von der Wand ablösen; also ist er nicht mehr im Stande, die Strömung zu leiten, die Diffusion zu unterhalten. Das Blatt erfriert daher, oder vielmehr es vertrocknet, weil seine Verbindung mit dem Stengel unterbrochen ist. Wird es von der Sonne beschienen, so thaut das bis dahin gefrorene Blatt auf: es tritt rasche Verdunstung ein und, weil keine Zufuhr stattfindet, Vertrocknung. Geschieht dagegen das Aufthauen langsam und gleichmässig, so wird allmählich die Verbindung wieder hergestellt und der Pflanzentheil kann sich wieder erholen, wenn eine gewisse Grenze noch nicht überschritten war. Natürlich ist ein solcher Pflanzentheil noch gar nicht wirklich erfroren gewesen.

Das wirkliche Erfrieren ist von dem blossen Einfrieren wesentlich verschieden. Die alte Ansicht, dass beim wirklichen Erfrieren der Zellsaft als Eis die Zellenwand oder, was ebenso verderblich wirken muss, den Primordialschlauch zerstöre, ist durchaus noch nicht für alle Fälle widerlegt worden. Verderbt wird dieser jedenfalls auf eine oder die andere Weise und damit muss für den Pflanzentheil oder für die Pflanze nothwendig der Tod eintreten.

Dass das Erfrieren durch das Gefrieren des Wassers bedingt wird, ist sicher. Die Pflanzen und Pflanzentheile erfrieren um so eher, je wasserhaltiger, saftiger sie sind. Dass die Flechten so hohe Temperaturgrade ertragen können, hat lediglich seinen Grund darin, dass sie unter Umständen einen äusserst geringen Wassergehalt zeigen. Eben deshalb sind Samen, Sporen und andere derbe Pflanzentheile den Einflüssen der Kälte weit weniger ausgesetzt und Holzgewächse erfrieren weniger leicht, wenn die Zweige des laufenden Jahres schon gehörig verholzt sind. Das letzte trifft z. B. in auffallender Weise den Weinstock. Sind die Reben reif, d. h. verholzt, so erfrieren sie weit weniger leicht, wie jeder Weingärtner weiss. Es folgt daraus, dass zarte und saftige Pflanzen ganz besonders sorgfältig vor Frost geschützt werden müssen. Wir können hier für die Praxis von der ganzen unerquicklichen Literatur über Erfrieren absehen, da das wichtigste Resultat, dass Gewächse, die durch den Frost gelitten haben, langsam aufgethaut werden müssen, schon längst durch die Praxis festgestellt war. Man muss daher erfrorene Pflanzen ganz allmählich etwas höheren Temperaturen aussetzen, namentlich aber das Aufthauen bei nur 1—3° über Null geschehen lassen. Vegetabilische Producte wie: Kartoffeln, Rüben, Kernobst etc. legt man am besten in Wasser, welches dem Gefrierpunct nahe ist, und stellt sie darin bis zu völligem Aufthauen an einen frostfreien aber kühlen Ort. Im Freien stehende

Gewächse kann man, wenn sie Frühjahrsfröste erhalten haben, mit Wasser begiessen. Das Wasser gefriert und die entbundene Wärme kommt dem Gewächs zu Gute. Ein solches Sprengen ist besonders auch bei Spalierobst zu empfehlen, wenn dasselbe im späten Frühjahr noch Nachtfröste erhalten hat.

Für Culturen im Grossen lässt sich natürlich zur Abhaltung des Frostes wenig thun. Es steht fest, dass im Herbst und Frühling bei den ersten und letzten Nachtfrösten die Pflanzen oft schon erfrieren, wenn das Thermometer eine Lufttemperatur von $\frac{1}{2}$—2° Cels. über Null zeigt. Dass noch Botaniker und Pflanzenphysiologen, welche über solche Dinge schreiben, an dieser auf jeder meteorologischen Station constatirbaren Thatsache zweifeln, zeugt nur davon, wie wenig sie sich noch um die Natur (so paradox es klingen mag) und um die Erfahrungen der Praktiker bekümmern. Die Pflanzen bedecken sich oft mit Reif, wenn dicht über dem Boden die Temperatur noch über Null ist. Diese Thatsache erklärt sich leicht genug durch die Wärmestrahlung, die bei den Pflanzen durch die grosse Flächenausbreitung so sehr erhöht wird.

Gegen diese eigentlich sogenannten Nachtfröste schützt man im *Kleinen* die Pflanzen durch ausgespannte Matten, Decken, durch Bretter, Reisig u. s. w. Die Bedeckung braucht dabei nur von oben zu geschehen, denn sie bezweckt nichts anderes als eine Hemmung der Wärmestrahlung. Ueber die Art, wie man zarte Gewächse gegen den Winterfrost zu schützen sucht durch Bedecken mit Erde, Laub und Reisig, durch Einbinden in Stroh, Moos u. s. w. können wir uns hier natürlich nicht verbreiten. Alle diese Mittel sollen als schlechte Wärmeleiter dazu dienen, die Pflanzen vor den starken Wärmeverlusten zu schützen.

Bei gärtnerischen Culturen hat man besondere Sorgfalt der Bewässerung zu widmen, sobald Nachtfröste erwartet werden können. Trocken stehende Pflanzen erfrieren weit weniger leicht, daher ist ein gemässigtes Begiessen sehr zu empfehlen, auch thut man wohl, das Begiessen nun nicht mehr Nachmittags, sondern nur Vormittags vorzunehmen. Den Holzpflanzen schadet, abgesehen vom eigentlichen Erfrieren, der Frost durch Bildung von Spalten (Frostspalten), einem Uebelstand, dem die Stämme um so leichter ausgesetzt sind, je dicker sie sind. Dieses Reissen kann zweierlei Gründe haben. Ist ein Baum verwundet, so gefriert das Wasser, welches aus der Atmosphäre eindringt, in den durch Austrocknung entstandenen feinen Spalten der Wunde und durch die Ausdehnung des Eises werden diese beträchtlich vergrössert. Es ist daher auch des Frostes wegen so nöthig, Wunden an den Holzpflanzen zu bedecken.

Aber auch völlig unversehrte Baumstämme erhalten, namentlich wenn nach anhaltender Nässe plötzlich starker Frost eintritt, starke Longitudinalrisse. Ueber die Ursachen dieser Frostspalten sind die An-

sichten verschieden. Manche glauben, sie seien lediglich Folge der durch die Temperatur veranlassten verschieden starken Zusammenziehung der äusseren und inneren Schichten des Baumes.

Diese Ansicht ist allerdings von Bedeutung in dem Gegensatz zwischen Rinde und Stamm. Die Rinde ist zunächst den Einflüssen des Frostes ausgesetzt; tritt dieser plötzlich ein, so werden die ohnehin fast saftlosen äusseren Rindenlagen stärker zusammengezogen. Dazu kommt noch, dass der feuchte Splint, wenn der Frost schon bis zu ihm vorgedrungen ist, nicht zusammengezogen, sondern ausgedehnt werden muss, sobald der wässrige Zelleninhalt gefroren ist.

Dieser Gegensatz muss also ein Einreissen und Abspringen der Rinde veranlassen, eine der gefährlichsten Verwundungen, welche stets starken Saftfluss (Harz- oder Gummifluss) nach sich ziehen und früher oder später das Leben des Baumes gefährden. Es leidet aber zweitens der Baum häufig auch durch die zu starke Ausdehnung des gefrornen Splintes und zwar hier direct durch die Ausdehnung vermittelst des Eises. In diesem Falle wird die Splintlage gewissermassen gesprengt und reisst in Längsspalten ein. Natürlich sind derartige Frostspalten um so tiefer, je heftiger und plötzlicher der Frost eintritt. Meistens kommt die Spalte erst beim Aufthauen durch die dann erfolgende rasche Ausgleichung zum Vorschein.

Alles Erfrorene einer Holzpflanze muss spätestens um Johanni entfernt werden, wenn man gefährliche Saftflüsse verhüten will. Sehr beschädigte Bäume entfernt man besser ganz, wenn sie nicht sehr seltene Arten repräsentiren, denn ein Baum mit Frostspalten erholt sich selten vollständig. Besonders vom Froste stark beschädigte Forstbäume sollte man unbedingt fällen, da ihr Holzwerth sich selten vergrössert, oft aber bedeutend und rasch vermindert.

Dass erfrorene Gewächse aller Art vor raschem Aufthauen zu schützen sind, haben wir schon oben begründet. So wird bei späten Nachtfrösten im Frühjahr die Sonne den Blüthen der Obstbäume, ganz besonders des Spalierobstes, verderblich; dieses kann man aber am leichtesten durch vorgehängte Matten vor der Sonne schützen.

Das Ausfrieren oder Auswintern der Saaten findet, wie das Erfrieren der Pflanzen überhaupt, besonders dann statt, wenn nach anhaltend nassem Wetter plötzlich (ohne Schneefall) starker Frost eintritt. Der Schnee giebt der Saat unter allen Umständen die beste Decke gegen den Frost. Es leuchtet ein, dass auf nassem Boden der Frost grösseren Schaden anrichten wird als auf trocknem; daher schon empfiehlt sich für nasses Terrain eine gute Drainage, welche die Gefahr des Auswinterns zwar nicht beseitigt aber doch auf ein weit geringeres Maass zurückführt.

Zum Schutz gegen scharfe Winde sind hier wieder alle früher er-

wähnten Mittel zur Anwendung zu bringen, als: Drillcultur, Hecken und Erdwälle, schützende Waldränder u. s. w. Ein vollständiges Erfrieren des Getreides ist selten, häufiger kommt ein theilweises Erfrieren der Spitzen und Halme (Abfrieren) vor, bisweilen sogar zur Blüthezeit wie in dem so abnormen Frühling 1866. Im Saalthal bei Jena sah man auf vielen Feldern bald die Spitzen der Aehren, bald einzelne Blüthen derselben, seltener ganze Aehren erfroren. Diese Verluste würden bei besserer Waldcultur nicht eingetreten sein.

Häufiger kommt beim Raps das Abfrieren vor, besonders bei zu früher Aussaat [1]).

Wir wollen hier noch die trefflichen Bemerkungen JULIUS KÜHN's über das Abfrieren und Aufziehen einschalten. Derselbe sagt wörtlich [2]): „Von dem eigentlichen Erfrieren der Pflanzen ist das Abfrieren und das Aufziehen zu unterscheiden. Das Abfrieren tritt namentlich bei dem Raps nicht selten und besonders dann ein, wenn er zu früh gesäet wurde und die Stöcke deshalb den Boden mehr oder weniger überragen. Zwar schlägt der Raps, da in der Regel die Wurzel gesund bleibt, noch aus, selbst wenn er bis an den Boden abgefroren ist, indem die Axillarknospen der ältesten abgestorbenen Blätter zur Entwickelung gelangen, oder, indem zuweilen selbst noch einen Zoll unter der Oberfläche des Bodens neue Adventivknospen gebildet werden. Aber diese Seitentriebe bestauden sich niemals so reich und so stark, wie der sonst aus der Terminalknospe sich entwickelnde Haupttrieb. Vermeidung zu früher Saat und Anbau des Rapses in Doppelreihen tragen das meiste zur Verhütung dieses oft sehr empfindlichen Uebels bei.

Das Aufziehen der Saaten tritt besonders auf feuchtem moorigen Boden und auf Lehm- und Thonboden auf, wenn während des Ausganges des Winters auf nasses Wetter plötzlich heftiger Frost folgt. Indem das im Boden im Uebermaass enthaltene Wasser gefriert, schiesst es in oft mehre Zoll langen Eisnadeln und Säulchen an und hebt einen Theil der obersten Erdschicht und damit auch die darin befindlichen Pflanzen empor, wodurch die Wurzeln entweder zum Theil abgerissen oder doch nach dem Aufthauen und Sichsetzen des Bodens grösstentheils und zuweilen dergestalt blosgelegt werden, dass man dann die aufgezogenen Saatstöcke leicht in Menge mit der Hand zusammenstreichen kann. Benutzt man den rechten Zeitpunct, wo das Feld genügend abgetrocknet ist, die Pflanzen aber noch nicht verwelkt sind, so kann man durch Anwendung einer schweren Walze noch einen grossen Theil der Pflanzen retten. Sie erhalten sich nämlich durch die einzelnen Wurzeln, mittelst

1) J. KÜHN, Die Krankheiten der Culturgewächse. Berlin 1859. p. 10.
2) KÜHN, a. a. O. p. 10, 11.

deren sie noch im Boden befestigt sind, einige Zeit frisch und werden sie nun dicht an denselben angedrückt, so treiben sie an den Stengelknoten und selbst aus den Internodien, welche den Boden berühren, neue Wurzeln. Ist die Witterung einigermassen feucht und günstig, so sieht man aus solchen aufgezogenen Pflanzen nicht selten noch die kräftigsten Halme emporschiessen. Trockenlegung der Aecker und Befahren des Moorbodens mit Sand sind wirksame Vorbeugungsmittel. Auch die Drillcultur habe ich in dieser Beziehung wirksam befunden. Dadurch nämlich, dass die 6 oder 9 Zoll breiten Zwischenräume der Saatreihen im Herbst behackt werden, entstehen kleine Rillen, in die sich die Nässe vorzugsweise zieht und so beobachtet man unter den angeführten Umständen in den Zwischenräumen ein Aufziehen des Bodens, während die Pflanzenreihen selbst unberührt davon bleiben."

Ueber den Einfluss sehr niedriger Temperaturen, welche nicht gerade den Gefrierpunct erreichen, giebt es nur wenige und dürftige Notizen. Die Schütte der Kiefer, ein Gelbwerden und Abfallen der Kiefernadeln im Frühjahr, soll Folge plötzlich eintretender Temperaturerniedrigung sein[1]. Aehnliche Erscheinungen an verschiedenen Pflanzen sind gar häufig, doch giebt es leider fast gar keine genaueren Beobachtungen über dieselben.

Nächst dem Maximum und Minimum der Wärme ist die Wärmesumme für die Pflanzen von höchster Bedeutung und zwar erstlich die Summe, deren die Pflanze während ihrer ganzen Vegetation bedarf und zweitens diejenige, welche zu einzelnen physiologischen Vorgängen, ganz besonders zur Keimung und Fruchtung nöthig ist.

Eine zu geringe Wärmesumme hat im Allgemeinen die Folge, dass die Pflanzen im Wachsen zurückbleiben. Selbstverständlich hängt die erforderliche Minimalsumme von der Pflanzenart ab. Hier müssen wir aber verzichten, auf die klimatologischen und pflanzengeographischen Beobachtungen näher einzugehen, durch welche eine Wärmesumme für bestimmte Pflanzen festgestellt werden sollte, nur können wir uns nicht die Bemerkung versagen, dass hier eine ganz falsche, der mathematischen Anschauung und folglich der gesunden Vernunft widersprechende Methode in Anwendung gebracht wird.

Das tritt z. B. in höchster Potenz in der Pflanzengeographie von KABSCH[2] hervor. Die im 5. Capitel vorgeschlagenen Vegetationsgesetze sind in der dort davon gemachten Anwendung ein blosses Spiel mit Zahlen ohne allen Werth. Wenn z. B. zur Bezeichnung der Kältegrenze des Weinstocks für Astrachan ein Bruch gegeben wird, dessen

1) KÜHN, a. a. O p. 11.

2) W. KABSCH. Das Pflanzenleben der Erde. Hannover 1865.

Zähler das Kältemaximum, dessen Nenner die Temperatur des kältesten Monats ausdrückt, so mag das angehen; wenn aber aus diesen beiden ganz ungleichwerthigen Zahlen — 28,8° und — 8° das Mittel — 19° gezogen um als untere Grenztemperatur betrachtet wird, so lernen wir aus dieser Spielerei nicht das mindeste, denn aus diesem Mittel lassen sich jene beiden Werthe, auf die es doch allein ankommt, nicht berechnen. Man vergisst immer, dass sich mit Graden überhaupt nicht in dieser Weise rechnen lässt. Solche Berechnungen sind nicht besser als die Rede des gemeinen Mannes: „Es ist heute noch einmal so kalt wie gestern!" Wohin solche philosophische Spielerei mit Zahlen führt, sieht man im 7. Kapitel jenes Buches, welches mit dem unsinnigen Satze beginnt: „Aus der Multiplication der Wärme und der jährlichen Vertheilung der Feuchtigkeit combiniren sich die meteorologischen Jahreszeiten."

Wir haben es hier nicht sowohl mit den für die Culturpflanzen nöthigen Wärmemitteln und Summen zu thun als vielmehr mit den Erkrankungen, welche durch zu hohe oder zu geringe Summen hervorgerufen werden.

Ausser der Verlangsamung des Wachsthums durch zu geringe Wärmemengen, gegen die sich wohl von allen meteorologischen Einflüssen am wenigsten durch die Cultur ausrichten lässt, ist besonders eine Verlangsamung der Assimilation von jenem Mangel bedingt. Diese zeigt sich vorzugsweise in chlorotischen Erkrankungen. Es gehört zur Ausbildung des Chlorophylls[1]) eine bestimmte Wärmemenge; wo diese fehlt, da tritt Chlorose oder Bleichsucht ein. So sieht man in kalten und nassen Sommern eine Menge von Gewächsen chlorotisch erkranken. Ganz besonders häufig findet man das bei Bäumen, namentlich bei solchen, welche aus einem wärmeren Klima zu uns gekommen sind. Unsere Obstbäume, namentlich die zarteren, werden in nördlicher Lage oder auf nassem, undurchlässigem Boden gar leicht chlorotisch. Verstärkt und oft allein hervorgerufen werden diese chlorotischen Erkrankungen durch anhaltend nasse Witterung, besonders im Hochsommer. Hier kommen zwei Dinge in Betracht: erstlich die Wärme allein und zweitens die Bodennässe, welche wir im folgenden Kapitel berücksichtigen. Mehrere aus Nord-Amerika eingeführte Holzgewächse, so z. B. die *Robinia pseud-acacia* L. leiden bei uns in kalten Sommern, die sie im Vaterlande nicht gewohnt waren, an Bleichsucht oder Chlorose. Das Laub ergrünt nicht, fällt schon früh ab. Bei sehr starker Chlorose tritt auch der Tod des Baumes ein. Es trifft eine derartige Erkrankung aber auch mehr oder weniger die Feldfrüchte. Thun lässt sich dagegen nur dasjenige, was man überhaupt

1) SACHS a. a. O. p. 10.

deren sie noch im Boden befestigt sind, einige Zeit frisch und werden sie nun dicht an denselben angedrückt, so treiben sie an den Stengelknoten und selbst aus den Internodien, welche den Boden berühren, neue Wurzeln. Ist die Witterung einigermassen feucht und günstig, so sieht man aus solchen aufgezogenen Pflanzen nicht selten noch die kräftigsten Halme emporschiessen. Trockenlegung der Aecker und Befahren des Moorbodens mit Sand sind wirksame Vorbeugungsmittel. Auch die Drillcultur habe ich in dieser Beziehung wirksam befunden. Dadurch nämlich, dass die 6 oder 9 Zoll breiten Zwischenräume der Saatreihen im Herbst behackt werden, entstehen kleine Rillen, in die sich die Nässe vorzugsweise zieht und so beobachtet man unter den angeführten Umständen in den Zwischenräumen ein Aufziehen des Bodens, während die Pflanzenreihen selbst unberührt davon bleiben.''

Ueber den Einfluss sehr niedriger Temperaturen, welche nicht gerade den Gefrierpunct erreichen, giebt es nur wenige und dürftige Notizen. Die Schütte der Kiefer, ein Gelbwerden und Abfallen der Kiefernadeln im Frühjahr, soll Folge plötzlich eintretender Temperaturerniedrigung sein [1]. Aehnliche Erscheinungen an verschiedenen Pflanzen sind gar häufig, doch giebt es leider fast gar keine genaueren Beobachtungen über dieselben.

Nächst dem Maximum und Minimum der Wärme ist die Wärmesumme für die Pflanzen von höchster Bedeutung und zwar erstlich die Summe, deren die Pflanze während ihrer ganzen Vegetation bedarf und zweitens diejenige, welche zu einzelnen physiologischen Vorgängen, ganz besonders zur Keimung und Fruchtung nöthig ist.

Eine zu geringe Wärmesumme hat im Allgemeinen die Folge, dass die Pflanzen im Wachsen zurückbleiben. Selbstverständlich hängt die erforderliche Minimalsumme von der Pflanzenart ab. Hier müssen wir aber verzichten, auf die klimatologischen und pflanzengeographischen Beobachtungen näher einzugehen, durch welche eine Wärmesumme für bestimmte Pflanzen festgestellt werden sollte, nur können wir uns nicht die Bemerkung versagen, dass hier eine ganz falsche, der mathematischen Anschauung und folglich der gesunden Vernunft widersprechende Methode in Anwendung gebracht wird.

Das tritt z. B. in höchster Potenz in der Pflanzengeographie von Kabsch [2] hervor. Die im 5. Capitel vorgeschlagenen Vegetationsgesetze sind in der dort davon gemachten Anwendung ein blosses Spiel mit Zahlen ohne allen Werth. Wenn z. B. zur Bezeichnung der Kältegrenze des Weinstocks für Astrachan ein Bruch gegeben wird, dessen

1) Kühn, a. a. O p. 11.

2) W. Kabsch, Das Pflanzenleben der Erde. Hannover 1865.

Zähler das Kältemaximum, dessen [illegible]
Monats ausdrückt, so mag das [illegible]
ganz ungleichwerthigen Zahlen [illegible]
gezogen um als untere Grenztemperatur [illegible]
aus dieser Spielerei nicht das mindeste [illegible]
jene beiden Werthe, auf die [illegible]
Man vergisst immer, dass sich [illegible]
Weise rechnen lässt. Solche Be[illegible]
Rede des gemeinen Mannes: „[illegible]
gestern!“ Wohin solche [illegible]
sieht man im 7. Kapitel jenes [illegible]
beginnt: „Aus der Multiplication [illegible]
theilung der Feuchtigkeit [illegible]
zeiten.“

Wir haben es hier nicht [illegible]
nöthigen Wärmemitteln und [illegible] Wärme-
krankungen, welche durch zu [illegible] am
rufen werden.

Ausser der Verlangsamung der [illegible] Verlang-
mengen, gegen die sich wohl [illegible] Diese zeigt sich
wenigsten durch die Cultur [illegible] zur Ausbildung
samung der Assimilation [illegible] fehlt, da tritt
vorzugsweise in chlorotischen [illegible] in kalten und nassen
*des Chlorophylls**) eine [illegible] erzeugen. Ganz be-
Chlorose oder Bleichsucht ein. [illegible] solchen, welche
Sommern eine Menge von Gewächsen [illegible] Unsere Obstbäume,
sonders häufig findet man [illegible] oder auf nassem, un-
aus einem wärmeren Klima [illegible] und oft allein
namentlich die zarteren, [illegible] durch anhaltend
durchlässigem Boden [illegible] Hier kommen zwei Dinge
hervorgerufen werden [illegible] zweitens die Bodennässe,
nasse Witterung, besonders [illegible] Mehrere aus Nord-
in Betracht: erstlich die Wärme [illegible] z. B. die *Robinia pseud-acacia* L.
welche wir im folgenden Kapitel [illegible] die sie im Vaterlande nicht gewohnt
Amerika eingeführten [illegible] Das Laub ergrünt nicht, [illegible]
leiden bei uns im kalten [illegible] tritt auch der Tod des Baumes [illegible]
waren, an Bleichsucht oder Chlorose. [illegible] über auch mehr oder weniger [illegible]
schon früh ab. Bei sehr starker Chlorose [illegible] nur dasjenige, was man [illegible]
ein. Es trifft eine [illegible]
Feldfrüchte. [illegible]

*) [illegible]

zur Vermehrung der Bodenwärme thun kann; also besonders sorgfältige Drainirung, wo es nöthig ist; ferner Wahl südlicher Lage für zartere Gewächse und, wo das Terrain ungünstig, Neigung (Abdachung) der einzelnen Culturbeete gegen Süden.

Zu den Erkrankungen, welche durch Temperaturwechsel, besonders durch Frost, hervorgerufen werden, gehört der bei weitem grösste Theil der unter den Namen: Gummifluss, Harzfluss, Saftfluss, Mannafluss, Blutsturz, *Fluxus*, *Haemorrhagia* u. s. w. den Praktikern bekannten Uebel.

Es leiden daran vorzugsweise saftreiche Bäume, namentlich solche, deren Säfte stark gummi- oder zuckerhaltig oder harzreich sind.

Saftflüsse kommen scheinbar bisweilen ganz spontan infolge des starken Saftandranges vor. Dafür ist das bekannteste Beispiel das Thränen des Weinstocks im Frühjahr. Aehnliches zeigen aber nicht selten unsere sämmtlichen Stein- und Kernobstsorten. Es fliesst dabei ein wässeriger, zuckerhaltiger Saft aus kleinen Rissen hervor, welche im Cambialgewebe entstanden sind und sich durch die Rinde fortsetzen. Dass solche Risse ganz spontan entstehen infolge des Saftandranges, wie man allgemein annahm, ist unwahrscheinlich und widerstreitet unseren Vorstellungen von der Bewegung des Saftes in der Pflanze. In allen derartigen Fällen liegt wohl zweifelsohne eine Beschädigung durch starke Fröste vor. Die dabei stattfindenden Verwundungen sind meist so unbedeutend, dass sie in dieser günstigen Jahreszeit sich von selbst schliessen und vernarben. Bei stärkeren Flüssen muss man ihnen durch ein passendes Pflaster von Baumwachs zu Hülfe kommen.

Weit gefährlicher sind die eigentlichen Gummi- und Harzflüsse, von denen besonders unsere Obstbäume, namentlich das Steinobst, und die Nadelhölzer (*Coniferen*) leiden. Diese sind Folge von Verwundungen der verschiedensten Art; besonders: Frostrisse, Hagelschlag, Windbruch, schlechter Baumschnitt und Verwundungen durch Thiere kommen hier in Betracht. Solche Verwundungen haben zweierlei Folgen: Fäulniss und Saftverluste. Die Fäulniss werden wir später einer genauen Erörterung unterwerfen.

Die Saftverluste haben wohl fast bei allen Verwundungen ihren Grund in einer Zerstörung des Cambialgewebes durch den Frost. Der Frost macht die Zellenwände durchlässig; es wird daher an solchen Stellen, wo das Cambialgewebe erfroren ist, ein Saftstrom sich unter die Rinde ergiessen, welcher zuletzt diese sprengen und an die Luft hervortreten muss. In dieser Form sieht man so häufig den Gummifluss an Obstbäumen, den Harzfluss an Fichten, Tannen und Kiefern. Die Wunden unter der Rinde sind am häufigsten durch Frost, bisweilen auch durch bohrende Insecten, Käfer u. s. w. entstanden. Der Saftfluss selbst wird aber wohl immer durch den Frost veranlasst. Ganz ähnlich ist die

Erscheinung bei äusseren Verletzungen, nur braucht hier die Rinde nicht erst durchbrochen zu werden.

Das Gummi oder Harz tritt aus der Wunde selbst hervor; bei einem abgeschnittenen Ast sieht man es z. B. im Umfang oft ringsum unter der Rinde hervorquellen. Bei derartigen Wunden tritt kein Saftfluss ein, wenn die Wunde gegen die Einflüsse der Witterung geschützt wird, denn in diesem Fall bildet sich in den Zellen der Wundfläche sehr bald Korkgewebe, welches einen natürlichen Schutz gegen die Witterung darbietet und das Cambium wächst fort, indem es ringförmig von allen Seiten über die Wunde rollt und diese zuletzt schliesst. Mit einem Wort, die Wunde wird überwallt und vernarbt. Bietet man der Wunde aber keinen Schutz gegen den Frost, so wird die Korkbildung gestört und es entsteht eine permanente Verwundung, welche den Ast, ja den ganzen Baum in Gefahr bringt.

Solche Wunden lassen sich nicht heilen, man muss den ganzen Ast entfernen. Hat ein Baum starken Saftfluss, so thut man wohl, ihn zu fällen; namentlich gilt das für Forstbäume. Stammwunden mit Saftfluss sind natürlich noch schwieriger zu heilen als Astwunden. Man muss solche bis auf's Holz ausschneiden und verbinden, wenn man den Baum zur Ueberwallung bringen und dadurch retten will.

Uebrigens lässt sich die Ansicht, dass die Saftflüsse im Frühjahr, das sogenannte Thränen der Bäume, durch blosse stürmische Saftbewegung, welches das Cambialgewebe stellenweise zersprengt, nicht unbedingt bestreiten, wenigstens lehrt die Erfahrung, dass bei manchen sehr saftreichen Pflanzen ein Zersprengen des Gewebes durch zu grosse Nässe vorkommt. So z. B. bersten bisweilen nach anhaltend nassem Wetter die Köpfe des Kohlrabi, die Kohlrüben und ähnliche fleischige Pflanzentheile[1].

Auf alle Fälle ist sowohl bei dem Frühjahrs-Saftfluss als beim Harz- und Gummifluss Feuchtigkeit und Kälte nachtheilig; es muss schon aus diesem Grunde dem Steinobst eine trockene und warme Lage gegeben werden.

Die unter den Namen Krebs (*Caries, Necrosis*) und Brand (*Carcinoma*) zusammengefassten Erkrankungen sind Combinationen von Saftflüssen mit parasitischen Bildungen und gehören daher in das zweite Buch dieses Werkes.

Ueber den Einfluss hellerer und dunkler Witterung wissen wir eigentlich so gut wie nichts. Dass die Lichtmenge, welche den Pflanzen zu Gute kommt, einen bedeutenden Einfluss auf das Gedeihen derselben

1 Dahin scheint auch der Austritt des Gummi's aus reifen Früchten, z. B. Pflaumen, Kernobst u. s. w. zu gehören.

haben müsse, das ist durch die Arbeiten von JULIUS SACHS unwiderleglich dargethan; aber in den meisten Fällen werden wir in der freien Natur nur schwer den Einfluss des Lichtes oder Lichtmangels von demjenigen der übrigen Agentien, besonders der Wärme und Feuchtigkeit trennen können. Bei den zahlreichen chlorotischen Erkrankungen in kalten und nassen Sommern ist ein Theil der Chlorose gewiss dem Lichtmangel, ein anderer grösserer Theil aber der niedrigen Temperatur und dem nassen Boden zuzuschreiben.

Ganz unbekannt ist uns der Einfluss des Lichtes auf die Blüthenfarben. Es ist eine altbekannte Thatsache, dass die Alpenpflanzen und die Gewächse der kalten Zonen einen grossen Reichthum prächtig gefärbter Blüthen entwickeln, ja dass die nämlichen Arten in den Alpen und im Norden intensiver gefärbt sind als in unseren Klimaten. Diese Thatsache ist aber ein noch ungelöstes Räthsel. Nach den Versuchen von JULIUS SACHS, nach welchem die Blüthen auch im Finstern ihre volle Farbenpracht erreichen, wenn ihre Blätter nur im Licht assimiliren können, scheint es fast, als ob das Licht directen Einfluss gar nicht auf die Blüthenfarben habe. Ein indirecter Einfluss ist aber nicht nur möglich, sondern höchst wahrscheinlich; nur dass wir über die Art dieses Einflusses zur Zeit noch gar nichts anzugeben vermögen.

Dass es Schattenpflanzen giebt, oder, allgemeiner ausgedrückt, dass verschiedene Gewächse einer verschiedenen Lichtmenge zu ihrem Gedeihen bedürfen, und nur eine bestimmte Lichtmenge ertragen können, ist ebenfalls sicher; so wenig Sicheres wir auch im Einzelnen darüber angeben können; denn z. B. viele Farren unserer Ebenen, welche wir mit Recht bei uns als Schattenpflanzen betrachten, bedürfen auf den Alpen des intensivsten Sonnenlichtes; es scheint daher weit mehr die Feuchtigkeit als das Licht zu sein, was die Farren in den Schatten der Wälder bannt.

Dagegen scheinen viele Moose in der That eines mässigen und farbigen Lichtes zu bedürfen. Die ersten Versuche darüber sind wohl diejenigen von NÖLLNER, deren LIEBIG [1] folgendermassen gedenkt: „Die Unmöglichkeit, Moose und andere Kryptogamen zum Blühen und Samentragen in gewöhnlichem Tageslicht zu bringen, brachte Herrn NÖLLNER auf die Vorstellung, dass das durch die Blätter der Waldbäume gebrochene grüne Licht eine nothwendige Bedingung ihres Lebens sei. Er pflanzte die mannigfaltigsten Arten dieser Gewächse in Walderde, in kleine Glasröhren, bedeckte sie mit einer Glocke von grünem Glase und sah seine Voraussetzung durch den Versuch mit dem schönsten Erfolge gekrönt. Alle diese zier-

1) J. v. LIEBIG, Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. 1846. 6. Auflage.

lichen Gewächse entwickelten sich unter diesen Umständen mit der grössten Ueppigkeit und setzten Blüthen und fruchtbaren Samen an.

Seitdem hat man vielfach und meist mit Erfolg Versuche zur Cultur von Moosen und Farren in Gewächshäusern unter grünem Licht gemacht. Ueber den Einfluss des Pflanzenschattens auf Pflanzen werden wir später noch eingehen.

Ueber den Einfluss magnetischer und elektrischer Störungen auf die Vegetation ist bis jetzt so gut wie nichts bekannt geworden. Die wenigen Arbeiten, welche in dieser Richtung gemacht worden sind, haben nur ergeben, dass der elektrische Strom, sobald er überhaupt eine Wirkung auf die Pflanzen ausübt, störend in ihre Organisation eingreift. Für unseren Zweck ist keines der bis jetzt angestellten Experimente brauchbar.

Dass starke elektrische Entladungen bei Gewittern einen günstigen Einfluss auf die Vegetation ausüben, ist wahrscheinlich, obgleich es noch keineswegs direct hat nachgewiesen werden können. Hier sind wiederum die übrigen Einflüsse, namentlich die der Feuchtigkeit, so schwer zu eliminiren. Wahrscheinlich ist es jedoch, dass die Gewitter durch Ozonisirung der Luft die Vegetation begünstigen.

Die schädlichen Einflüsse der Gewitter bestehen besonders in den Verheerungen, welche durch Wind, Regen, Hagel und Ueberschwemmung hervorgerufen werden. Der Blitz kann immer nur sehr local die Pflanzen beschädigen. Vorzugsweise trifft natürlich solche Beschädigung die Bäume, welche von sogenannten kalten Schlägen zersplittert und zerrissen, von zündenden Schlägen dagegen mehr oder weniger verbrannt werden. Interessante Beobachtungen sind über die Wirkung des Blitzes auf Bäume besonders von F. Cohn in Breslau veröffentlicht worden.

Ueber die Wirkung der Gravitation auf die Pflanzen wissen wir ebenfalls so gut wie gar nichts ausser dem kahlen Factum, dass die Stengel und Stämme der meisten Pflanzen, ganz unabhängig von der Neigung des Bodens, senkrecht stehen[1]) (in der Richtung des Lothes) und dass die Spitze der Hauptwurzel senkrecht in den Boden eindringt. Das erstgenannte Factum ist nicht, wie J. Sachs meint, wegen mangelnden Widerspruchs vorauszusetzen, sondern ist eine durch Reisende und Praktiker vielfach bewährte Erfahrung und es zeigt sich auch hier wieder, wie wenig der heutige Botaniker auf die Erfahrungen der Forstleute, auf die Reiseliteratur u. s. w. Rücksicht nimmt. Die neueren Experimente über die-

1 Einzelne niedere Gewächse, so z. B. manche oder alle Schimmelpilze sind in der Richtung ihrer Stämmchen und Fruchthyphen von der Gravitation fast unabhängig. Säet man z. B. *Aspergillus* in eine feuchte Schachtel, so erheben sich nach einiger Zeit die Kolben überall senkrecht gegen die Schachtelwand, oben, unten und ringsum, so dass sie am Umfang z. B. völlig horizontal stehen.

sen Gegenstand haben eigentlich so gut wie nichts Neues gebracht seit den KNIGHT'schen Versuchen. Dass das Gewebe unter der Wurzelspitze plastisch sei, mag immerhin das Absteigen derselben erklären; unerklärt bleibt damit doch, warum die meisten Stengel im Gegensatz dazu keine plastische Spitze haben sollen, und der Gegensatz der beiden Wachsthumsrichtungen steht heutigen Tages so unvermittelt da wie je zuvor. Klimatische Unterschiede durch verschiedenen Luftdruck, oder Wirkungen, welche an einem und demselben Ort der verschiedene Barometerstand auf die Pflanzen ausübte, sind uns, wie man nach dem Vorbemerkten leicht muthmassen wird, noch weit weniger bekannt, als der directe Einfluss der Gravitation.

Der Barometerstand wird indirect im höchsten Grade wichtig für die Pflanzenwelt, weil von ihm nach einem sehr verwickelten und noch keineswegs vollständig bekannten mathematischen Gesetz der Condensationspunct zum grössten Theil abhängt. Je höher der Barometerstand, um so stärker die Verdunstung; dieser Satz gilt nach einer keineswegs sehr einfachen Progression.

Sehr augenfällig sind dagegen für die Pflanzen die Wirkungen der Luftbewegung. Der Wind wirkt auf die Pflanzen durch die Stärke und durch die hygrometrischen und thermischen Eigenschaften, welche von seiner Richtung abhangen. Diese letzten sind natürlich von localen Verhältnissen beeinflusst. In Deutschland ist im Allgemeinen der aus Süden gegen Osten abgelenkte Aequatorialstrom (Westwind) warm und feucht, der aus Norden gegen Westen (Ostwind) abgelenkte Polarstrom kalt und trocken. Es wird also bei uns bei Ostwind die Verdunstung gesteigert, bei Westwind gemässigt und im Allgemeinen muss man den Aequatorialstrom als den feuchten und warmen für die Pflanzenwelt als den günstigeren ansehen. Der Polarstrom wirkt aber dadurch günstig ein, dass er die Wolkenbildung mässigt oder aufhebt, also der Sonne freieren Zutritt gestattet. Darum ist im Frühjahr für Keimung und Sprossung im Allgemeinen der Aequatorialstrom, im Sommer für das Reifen der Früchte der Polarstrom günstiger. Diese einfachen Verhältnisse, welche sich natürlich auf der südlichen Erdhälfte umgekehrt darstellen[1]), werden schon in Deutschland mannigfach modificirt. Am meisten wirken Meere und Gebirge auf die meteorologischen Verhältnisse ein. So ist schon in Deutschland im Norden und Nordwesten das Klima oceanischer, d. h. feuchter und gleichmässiger (im Sommer kühler, im Winter milder) als im Süden

1) Selbstverständlich erscheint auf der südlichen Hemisphäre der Aequatorialstrom als Nord, der Polarstrom als Süd, während das Drehungsgesetz den nämlichen Ausdruck behält, indem der Nordstrom nach Osten (so dass er als Westwind erscheint), der Südstrom nach Westen abgelenkt wird.

und Osten, wo es continentaler, d. h. trockner, im Winter kälter, im Sommer wärmer ist.

Gebirge wirken abkühlend auf die Strömungen ein: daher sind in der Nähe der deutschen Gebirge, namentlich der Alpen, die Frühlinge später als im übrigen Deutschland. Im Allgemeinen hat das die Folge, dass man im Norden und Westen manche Pflanzen ohne Winterdecke im Freien haben kann, welche im Süden und Osten, besonders aber in der Nähe des Gebirges, erfrieren würden; wogegen aber in dieser continentaleren Region Früchte gedeihen, welche in jener oceanischen nicht zur Reife gelangen.

Was die Stärke des Windes betrifft, so ist zuerst hervorzuheben, dass ein leiser Luftzug den Pflanzen im Allgemeinen zuträglicher ist als völlige Windstille, denn jener befördert die Verdunstung und den gesammten Stoffwechsel. Jeder stärkere Wind aber wird den Pflanzen mehr oder weniger nachtheilig, um so mehr, je empfindlicher sie gegen starke Verdunstung sind. Wir haben die Wirkungen des Windes schon früher erörtert, soweit sie sich auf die beschleunigte Verdunstung erstrecken; hier bleiben uns noch die Verletzungen zur Besprechung übrig, welche durch heftige und plötzlich oder stossweise einfallende Winde verursacht werden. Zartere, krautartige Gewächse werden vom stärksten Winde (Sturm) geradezu mechanisch zerrissen und zerfetzt. Holzpflanzen werden entweder entwurzelt oder zerbrochen. Das Entwurzeln ist natürlich besonders abhängig von der Bewurzelung der Pflanze und von der Bodenbeschaffenheit. Alle Pflanzen, welche keine Pfahlwurzel besitzen, werden leicht entwurzelt; daher muss man solche Bäume, welche aus Stecklingen gezogen sind, also bloss Seitenwurzeln erzeugen können, besonders sorgfältig befestigen und schützen.

Im Sandboden werden die Bäume am leichtesten entwurzelt. Wo, wie in der Mark Brandenburg, junge Bäume mit der Hand aus dem lockeren Boden gezogen werden können, da geschieht es am leichtesten, dass ganze Forsten entwurzelt und niedergeworfen werden, besonders in Küstengegenden, wo die Stürme heftiger sind.

Aber auch die Beschaffenheit der oberirdischen Theile ist dabei nicht gleichgültig. Bäume mit weit ausgebreiteten Aesten bieten dem Wind gewissermassen Handhaben, Hebelarme dar, an welchen er den Baum bewegen kann. So übt namentlich der Wirbelsturm eine verheerende Wirkung auf die Waldungen. Ganze Forsten werden, je nach der Bodenbeschaffenheit und nach der Baumart, entwurzelt oder über dem Boden abgebrochen und man erhält oft durch die Lage der umgestürzten Bäume ein anschauliches Bild von dem Verlauf des Wirbelwindes.

Der Windbruch, d. h. das Abbrechen einzelner Aeste und Zweige hängt von der Consistenz und Gestalt der Zweige jeder Baumart und von

dem gedrängteren oder weitläufigen Bestand ab. Hier muss für jeden einzelnen Baum seine Eigenthümlichkeit studirt werden. Unsere Akazien z. B. (*Robinia pseudo-acacia L.*) haben, zum Theil wohl wegen des Reichthums an auskrystallisirten Kalksalzen in ihren Geweben, sehr spröde und brüchige Aeste; es ist daher Thorheit, diese Bäume isolirt an ungeschützte Orte, so z. B. an Landstrassen oder auf Bergabhänge pflanzen zu wollen. Will man dieses Gewächs durchaus an solchen Orten ziehen, so muss es als Unterholz behandelt werden. Sehr schön gedeiht dieser Baum aber in mässig dichten Beständen oder einzeln in vor dem Winde geschützter Lage, so z. B. an Abhängen, welche an der Wetterseite Schutz bieten, in der Nähe schützender Gebäude u. s. w.

Die Folgen des Windbruchs sind, abgesehen von der Einbusse, welche die Holzpflanzen an ihren Vegetationsorganen erleiden, Verwundungen, welche, wenn sie nicht zu Saftfluss, Krebs, Brand u. s. w. führen sollen, alle die Sorgfalt der Behandlung erfordern, welche bei Wunden überhaupt unumgänglich ist, also vor allen Dingen Glättung der Wunde durch Absägen und Glattschneiden, Schutz der Wundfläche durch geeignete Salben (Baumwachs), Pflaster und Verbände.

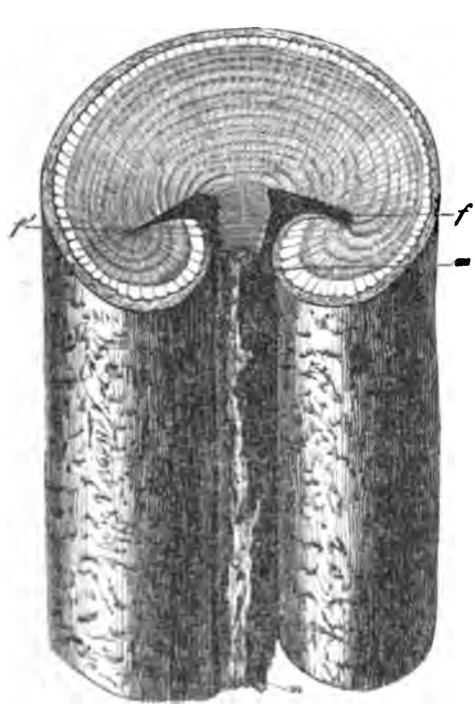


Fig. 1. Durchschnitt eines vor fünf Jahren gespaltenen, an der Wundfläche theilweise überwallten Buchenstämmchens, in 1/2 natürl. Gr. *m* = Mark. *f*, *f'* = die Spaltstelle, um welche die Jahresringe sich auswärtsrollen.

Hier mag es am Orte sein, von den Verwundungen der Holzgewächse und ihrer Heilung im Allgemeinen einige Notizen mitzutheilen. Selbstverständlich haben nur für Holzpflanzen Wunden eine wesentliche Bedeutung.

Krautartige Gewächse bilden rasch an der Wundfläche ein trocknes Gewebe oder Kork, wodurch sie sich selbst schützen und man hat bei ihnen nach Verwundungen nur die Nässe fern zu halten, damit nicht Fäulniss oder Moderung eintritt. Ebenso verhalten sich alle Monokotyledonen. Bei holzigen Stämmen schützt man die Wunde durch Baumwachs. Nur bei den *Coniferen*

und allen holzigen *Dicotyledonen* ist eine ganz besonders sorgfältige Behandlung der Wunden nothwendig. Wir haben hier zuvörderst Längswunden und transversale oder Schnittwunden zu unterscheiden.

Der junge Buchenstamm, welchen der Holzschnitt Fig. 1 in etwa halber natürlicher Grösse darstellt, ist bis auf das Mark (*m*) durch äussere Gewalt gespalten. Die Wunde ist mit abgestorbenen Zellen bedeckt, welche zum grossen Theil in Vermoderung begriffen sind, so dass die Zerstörung des Holzes langsam nach innen vorrückt. Bei *f* sieht man die porösen Vermoderungsproducte. Der Baum hat aber selbst so viel es ihm möglich war die Wunde geschlossen, indem er von beiden Seiten die Ausbildung der Jahresringe fortsetzte und so die ganze Wunde in fünf Jahren nahezu überwallte. Diese Ueberwallung ist nothwendige Folge der fortgesetzten Ringbildung. Der Cambiumring ist bei *f* durch den Spalt unterbrochen; er kann sich nicht wieder schliessen, es werden sich also die neu entstehenden Ringe von den Puncten *f* und *f'* aus einwärts rollen müssen, wie es hier in der That beiderseits geschehen ist.

Ist eine solche Wunde unbedeutend, so findet schon in wenigen Jahren der völlige Verschluss statt und dem Baum ist, abgesehen von einer immer schwächer werdenden Narbe, aussen nichts mehr anzusehen. Auf dem Querschnitt dagegen wird man stets an dem Einrollen der Jahresringe die Stelle der Verwundung angeben können. Berühren sich die eingerollten Rinden, so vereinigen sich an der Berührungsstelle die Cambialringe und der Verschluss der Wunde ist noch vollständiger.

Ist die Wunde dagegen tiefer und die Vermoderung weit vorgerückt, so wird sich zwar auch hier zuletzt die völlige Ueberwallung einstellen, aber die Narbe schliesst eine Höhlung, welche meist noch nach der Vernarbung durch fortschreitende Vermoderung sich vergrössert und zuletzt den ganzen Baum aushöhlt.

Longitudinalwunden sind, wie aus Vorstehendem genugsam erhellen wird, sehr schwer zu heilen und sorgfältig zu schützen.

Es kommt vor, dass ein Baum durch den Wind völlig gespalten wird. Der Wind dreht oft die starken Aeste eines Baumes so kräftig, dass diese an ihrer Basis den Stamm spalten. Natürlich kann ein solches Spalten um so leichter stattfinden, je tiefer die Aeste im Holz entspringen, je mehr Jahresringe sie durchlaufen, oder mit anderen Worten, je älter sie sind. Ein spröder Ast wird abbrechen, aber bei zäher Beschaffenheit des Holzes zerreisst er den Stamm. Bisweilen kann man, namentlich bei jüngeren Bäumen, solche getrennte Spaltstücke, wenn sie nur unten noch vereinigt sind, durch sorgfältiges Zusammenlegen der Spaltflächen und besonders der Trennungsstellen des Cambiumringes wieder zur Vereinigung bringen. Man muss den Baum längs der ganzen Spaltwunde sorgfältig mit breitem und starkem Bande fest zusammenschnüren und umwickeln, das Band

vorher mit einer passenden Salbe tränken oder nachher damit bestreichen und nun noch durch Umhüllung mit getheertem Leinen den Baum völlig gegen die Luft schützen. Das Verbinden solcher Baumwunden muss ebenso sorgfältig geschehen wie die Bandagirung eines verwundeten Menschengliedes, wenn man Aussicht auf Erfolg haben will. Natürlich ist es nur bei solchen Bäumen der Mühe verlohnend, auf deren Erhaltung man Werth legt. Werthlose gespaltene Bäume thut man besser, sofort zu fällen.

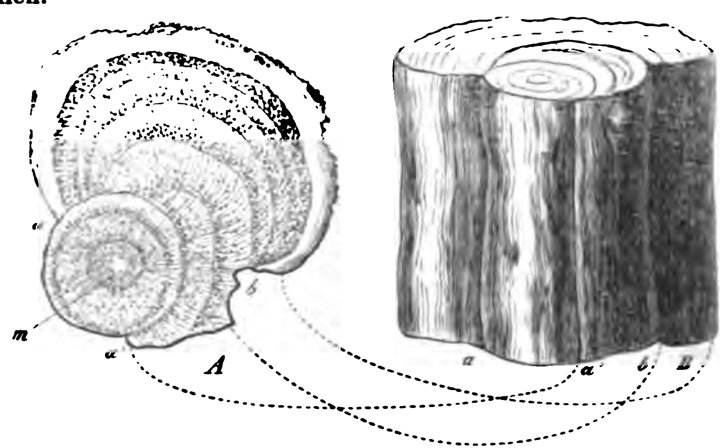


Fig. 2. Stamm von *Sophora japonica L.* quer durchschnitten, *A* im Querschnitt, *B* von der Seite. Man sieht auf dem Querschnitt das kleine Mark *m*, die Markstrahlen, die zahlreichen punctförmigen Gefässe, welche im Frühlingsholz grösser und gedrängter sind.

Einige Holzpflanzen ertragen selbst starke Verwundungen, ohne durch Fäulniss zu leiden. So zeigt Fig. 2 einen Stamm von *Sophora japonica L.*, welcher im zweiten Sommer bis auf das Holz von *a*—*a* (Fig. 2 *A*) geschält worden ist. Im vierten Sommer hat abermals eine Verletzung von a^1 bis *b* (Fig. 2 *A*. *B*) stattgefunden, es sind daher die ersten beiden Ueberwallungsringe zwischen a^1 und *b* unvollständig. Von da ab hat die Ueberwallung bei *a* und *b* ihren regelrechten Verlauf 4 Jahre hindurch fortgesetzt, worauf der Stamm abgeschnitten ward. Der bloss-gelegte Stamm zeigt zwischen *a* und *b* eine glatte Fläche ohne erhebliche Vermoderung.

Bei den meisten Bäumen schreitet das Hohlwerden des Stammes dagegen mehr oder weniger rasch vorwärts und hat zuletzt die Folge, dass der Baum zu schwach wird, um seine Krone zu tragen. In diesem Falle bricht er entweder bei dem nächsten heftigen Windstoss ganz zusammen oder, wenn das Holz sehr zäh und gleichmässig ist, wie bei den Weiden, wird der Stamm von oben nach unten in mehre Theile gespalten, indem der Wind die stärksten Aeste als Hebel benutzt. Nun tritt die Veränd-

rung des Baumes in ein neues Stadium, indem jedes Spaltstück für sich eine beiderseitige Ueberwallung beginnt.

So entsteht oft aus einer Weide eine kleine Gruppe an der Basis vereinigter oder sich berührender mehr oder weniger vollständiger Weidenbäume.

Im Thüringischen Saalthal herrscht bei den Bauern der Gebrauch, die hohlen Weiden auszubrennen, um sie vor Vermoderung zu schützen. Sie erreichen allerdings dadurch ihren Zweck für einige Zeit; indessen schaden sie den Bäumen trotzdem durch das Ausbrennen, denn selbst, wenn es bis zum erwünschten Grade gelingt, ohne die lebenden Gewebetheile und namentlich den Kopf zu verletzen, so wird doch meist der Baum zu schwach, um dem Winde zu widerstehen, ja meist bricht er sehr bald unter dem Gewicht seiner eigenen Aeste zusammen.

Meyen[1]) hält die Longitudinalwunden für weniger schädlich als Transversalwunden. Dem müssen wir nach unserer Erfahrung widersprechen. Ueberhaupt legt Meyen zu wenig Gewicht auf die gefährlichen Folgen, welche die kleinste Verwundung früher oder später für jeden Baum nach sich zieht. Dieses Kapitel sollte auf allen Dörfern gepredigt werden. Es kann keinen traurigeren Anblick geben, als z. B. in Thüringen der Zustand der Zwetschenbäume, welche einen wichtigen Nahrungszweig für die Bewohner ausmachen und in noch weit höherem Grade ausmachen könnten. Aber da stehen die Bäume an dürren, nur für Wald geeigneten, steinigen Abhängen und leiden von Windbruch, Frostspalten, Baumfrevel, schlechtem Schnitt, unvorsichtiger Behandlung bei der Erndte und in Folge dessen gehen sie schon früh durch Fäulniss, Hohlwerden und Saftfluss zu Grunde.

Transversalwunden sind nur dann dem Baum gefährlich, wenn sie vernachlässigt werden. Ihre Behandlung ist weit leichter als die der Longitudinalwunden. Natürlich hat die Behandlung keinen anderen Zweck als die Beförderung der Naturheilung, also des Ueberwallens. Jede Transversalwunde reizt das Cambium in derselben Weise zur Ueberwallung wie die Longitudinalwunde, nur dass das Wachsthum des Cambiums in der Längsrichtung weit langsamer von Statten geht. Es haben daher schon früher, sowohl Praktiker als Theoretiker, vorgeschlagen, die Querwunde so viel wie möglich in eine Längswunde zu verwandeln. Bei einem abgebrochenen Ast erreicht man das offenbar am besten, wenn man die Bruchstelle schräg zuschneidet.

Figur 3 zeigt ein Stämmchen mit einem Ast, welcher bei x abgebrochen worden. Man muss nach der älteren Methode die Wunde so zuschneiden, dass sie schräg verläuft und zwar etwa in der Richtung a—b,

---

1) Pathologie d. Pfl. p. 8 ff.

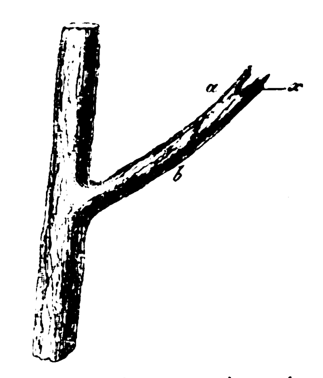


Fig. 3. Stammstück mit einem bei *n* abgebrochenen Zweig. Die Linie *a*—b bezeichnet die Richtung, in welcher der Schnitt geführt werden muss.

d. h. so, dass die künstliche Wundfläche nach unten gerichtet ist, damit sie möglichst wenig durch die Atmosphärilien leide. Schneidet man den Stumpf nicht zu, so versucht das Cambium zwar ebenfalls die Ueberwallung, aber die Splitter der Wundfläche hemmen dieses Bestreben, verlangsamen oder vereiteln den Erfolg. Daher ist ein Glattschneiden der Wunde mit einem möglichst scharfen Messer unerlässlich. Absägen des Astes genügt nicht; jeder Sägeschnitt muss mit einer scharfen Hippe glattgeschnitten werden, so glatt, dass die Oberfläche fast polirt erscheint. Ein Sägeschnitt ist nämlich eigentlich nur ein sehr gleichmässiger Bruch. Die Zähne der Säge zerreissen die longitudinal verlaufenden Holzfasern, daher ragt aus dem Sägeschnitt eine Unzahl kleiner Fasern und Splitter hervor, welche dem darüber gleitenden Finger wie grober Plüsch erscheinen und welche einerseits dem Ueberwallungsring hemmend entgegen treten, andererseits die Fäulniss der Wundfläche beschleunigen, indem sich zwischen den zarten Fasern die atmosphärischen Wasser ansammeln. Fäulniss ist aber das Allergefährlichste für verwundete Holzpflanzen.

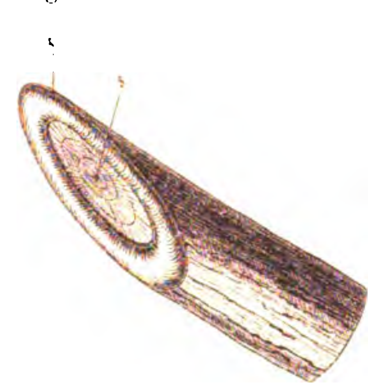


Fig. 4.

Figur 4 giebt eine Vorstellung von der Ueberwallung eines schräg zugeschnittenen Astes. Man sieht in der Mitte die Schnittfläche noch unverändert *s*, während ringsum schon ein Ringwall *r* entstanden ist, welcher von Jahr zu Jahr vorrückt, bis die Wunde geschlossen.

Uebrigens ist, wie gesagt, für die Ueberwallung kein so grosser Werth auf die Form der Schnittfläche zu legen, da jeder Transversalschnitt zuletzt überwallt wird.

Goeppert hat zuerst auf die merkwürdige Erscheinung aufmerksam gemacht, dass sogar sehr alte Tannenstümpfe zuletzt vollständig überwallen[1]. Aber wir müssen nach unserer Erfahrung diese ganze Methode

1) Die Ueberwallung geschieht vollständig allseitig. Wird z. B. ein Baum unten so vollständig hohl, dass er eine oder mehrere Spalten zeigt, so kommt es vor, dass die

des Zuschneidens für verwerflich und nur im Nothfall statthaft erklären. Man hat nämlich bisweilen einen ganz bestimmten Grund, den Stumpf eines Astes zu erhalten; in allen übrigen Fällen aber ist die Entfernung des Astes bis an den Stamm vorzuziehen. Man muss den Stumpf möglichst dicht am Stamm oder Ast glatt wegputzen. Das hat die höchst wohlthätige Folge, dass nun der Stamm selbst die Ueberwallung und zwar bloss durch die Ringbildung vornimmt. Dieser Process geht stets weit rascher von Statten als die transversale Ueberwallung [1]).

Dass man, namentlich bei grösseren Wunden, eine schützende Salbe aufstreichen muss, um die Einflüsse der Witterung abzuhalten, bis die Ueberwallung gelungen ist, braucht kaum gesagt zu werden. Natürlich muss diese Salbe möglichst dünn und gleichmässig aufgetragen werden, damit sie nicht die Ueberwallung stört. Es dürfte sich für grosse Wunden am besten Steinkohlentheer, für kleinere ein passender Firniss eignen.

Wir haben unter den Atmosphärilien noch die Folgen der Niederschläge und den Chemismus in's Auge zu fassen. Unter den Niederschlägen sind Thau und Reif wohl niemals von schädlichem Einfluss. *Die* Thaubildung wirkt unter allen Umständen wohlthätig ein und der Reif umgiebt die Pflanze mit einer schützenden Decke. Der Reif kann bekanntlich auf zweifache Art entstehen. Entweder nämlich ist er Folge der Wärmestrahlung, er ist also in diesem Fall eine Thaubildung bei sehr niedriger Temperatur. Dieser Reif wirkt wohl unter allen Umständen nur schützend auf die Pflanze ein, ja er mässigt die Wirkung des Nachtfrostes. Aus einem analogen Grunde begiesst und bebraust man ja seit alten Zeiten beim Nachtfrost die zarteren Gewächse. So kann man an einem kalten Frühjahrsmorgen die Gärtner zu allen Thoren Erfurts hinausziehen sehen, um ihre Lieblinge mittelst der Brause zu schützen. Die beim Gefrieren des Wassers entbundene Wärme kommt einerseits der Pflanze zu Gute, während andererseits die entstehende Eiskruste die Pflanze vor dem zu raschen Aufthauen bewahrt.

Die andere Art des Reifes, auch Rauhreif (plattdeutsch: *rurip*) genannt, bildet sich im Winter bei sehr feuchter oder nebeliger Luft. Der bis nahe zum Gefrierpunct abgekühlte Nebel bildet überall da kleine Eis-

---

starken Aeste, welche sich gerade über einer solchen Spalte befinden und oben noch vollkommen mit dem Kern zusammenhangen, unten ihrer Grundlage beraubt, sich nach innen überwallen müssen.

1) Meyen empfiehlt bei tiefen oder schon in Moderung begriffenen Longitudinalwunden das Ebenen der Wunde durch Einlegen passend zugeschnittener Holzstückchen. Ganz besonders ist das bei ausgefaulten Astlöchern zu empfehlen, weil sonst die Ringe noch immer umrollen, ohne die Oeffnung zu schliessen, wofür ich in meiner Holzsammlung ein schönes Beispiel besitze.

krystalle, wo irgend ein Gegenstand, den er streift, die Krystallisation begünstigt. So überziehen sich alle Gegenstände im Freien, besonders alle Pflanzen mit jener oft so prachtvollen Candirung. Bei uns tritt diese Erscheinung besonders dann ein, wenn ein feuchter Seewind oder der Aequatorialstrom langsam durch den Polarstrom verdrängt wird. Daher tritt in der Regel nach solchem Reif heiteres Wetter und scharfer Frost ein. Bisweilen indessen siegt der Südstrom und die Folge ist Thauwetter. Auch der so entstandene Reif ist den Pflanzen nicht schädlich [1].

Starker Regen wirkt mechanisch natürlich nur auf zartere Gewächse nachtheilig ein. Das Getreide leidet am meisten davon, besonders wenn heftige Platzregen zur Zeit der Reife oder kurz vor derselben einfallen. Das Getreide legt sich in diesem Fall, so dass es sich höchst unbequem schneiden lässt. Wird es früher, z. B. zur Blüthezeit, niedergelegt, so erhebt es sich meistens wieder, wenn nicht die Halme geknickt sind. Am schlimmsten ist das Lagern des Getreides, wenn dasselbe durch ein zu zeitiges Frühjahr stark getrieben, wie man es nennt: in die Saat geschossen ist. Die geilen, langgliedrigen Halme knicken dann sehr leicht, und richten sich selten wieder auf.

Natürlich lässt sich gegen die Niederschläge direct sehr wenig thun. Der Regen schadet allen denjenigen Gewächsen, welche man des Samengewinnes wegen cultivirt, wenn er in die Blüthe fällt, indem er die Befruchtung beeinträchtigt oder, wenn heftige Regen lange anhalten, ganz hindert. Die Baumblüthen werden oft durch heftige Platzregen ganz herabgeworfen. Auch gegen diese Uebelstände kann man nur bei Culturen im Kleinen schützend eingreifen.

Der Schnee ist im Allgemeinen im strengen Winter eine sehr wohlthätige Decke für die Vegetation. Schaden bringt er nur selten, namentlich kommt der Schade, welchen er in seltenen Fällen durch allzu hohe Anhäufung im Frühjahr dem Getreide bringt, kaum in Betracht. Mehr haben die Forsten von ihm zu leiden, besonders die dichtbelaubten und dachförmig gebauten Nadelhölzer: Fichten und Tannen. Diese Hölzer sind ohnedies ziemlich brüchig und erliegen gar nicht selten der auf den Zweigen lastenden Schneedecke. Graupeln und kleine Hagelkörner sind ganz unschädlich; dagegen gehört grober Hagel (Schlossen) zu den allerschädlichsten Dingen für die Pflanzenwelt, besonders für die Bäume. Schon die starken Platzregen entblättern nicht selten zartlaubige Bäume, aber schrecklich ist die Verheerung, welche grosse Hagelkörner anrichten.

---

1) Ebenso unschädlich dürfte diejenige Candirung der Gewächse sein, welche eintritt, wenn es bei einer Temperatur von nahezu 0° R. schneit und regnet und die Temperatur allmählich unter den Gefrierpunct sinkt. Diese Bereifung ist dem Rauhreif aus der Ferne gesehen sehr ähnlich.

Das gänzliche Niederhageln des Getreides ist ein in Mitteldeutschland bekanntlich ebenso häufiges als leider unheilbares Phänomen. Für die Wirkungen des Hagels muss ich auf das grosse Hagelwetter in Leipzig und die darüber abgestatteten Berichte verweisen. Im Juni 1863 ward Jena von einem ähnlichen aber nicht sehr weit verbreiteten Hagelstreifen getroffen. Die Bäume wurden an manchen Stellen vollständig entlaubt. Der Hauptnachtheil besteht aber in den den Aesten und Zweigen beigebrachten Quetschwunden. Diese haben immer Saftflüsse, Fäulniss u. s. w. im Gefolge. Solche Quetschwunden sind weit gefährlicher als Schnittwunden, ja selbst als Brüche, weil die Quetschflächen der Ueberwallung unüberwindliche Rauhheiten entgegensetzen und, was noch schlimmer ist, weil die Wunde die Rindenbedeckung meist behält, unter welcher sich ein Heerd von Saftfluss, Fäulniss und Brand immer weiter ausbreitet.

In der unmittelbaren Umgebung Jena's unterliegen seit 1863 alle jungen Bäume[1]), die nicht erst seitdem gepflanzt wurden, einem jammervollen Siechthum. Die Bäume sind bedeckt mit Krebsbeulen, Frostrissen, Saftergüssen. Oft sieht man überall, z. B. an den Stämmen der Zwetschenbäume Gummitröpfchen hervorgepresst.

Das einzige Mittel zur Abhülfe ist hier ein glattes Abputzen aller erkrankten Aeste bis auf den Stamm. Man muss darin consequent sein, sollte man auch alle Aeste entfernen müssen. Lässt man die kranken Aeste stehen, so erholt der Baum sich nie, sondern geht jammervoll zu Grunde.

Bei krautigen Pflanzen bewirken Hagelschäden in der Regel sehr verschiedene teratologische Veränderungen. Nach dem Hagelwetter von 1863 war der botanische Garten zu Jena reich an derartigen Erscheinungen. Ich will nur eine beispielsweise erwähnen.

Bei vielen Pflanzen waren die Blüthen der verletzten Stengel durchgewachsen, d. h. die Samen oder Früchte oder der Fruchtknoten in Laubtriebe verwandelt. Besonders interessant war mir eine derartige Umwandlung der Blüthen des Wasserschierlings *Cicuta virosa L.* Wo die dicken Stengel dieser Pflanze geknickt waren, da hatten alle Blüthen auffallend grosse, eigentlich unterständige Kelche und grüne, gamomere Kronen, aus deren Mitte ein Trieb hervorragte, bestehend aus einem einfachen, den Kotyledonen ähnlichen Blattpaar, welches ein Stengelchen mit allmählich complicirteren Blättern umschloss, ganz wie eine junge

1 So stehen z. B. am sogenannten alten Fürstengraben zwischen den spärlich vertheilten alten Linden junge Lindenbäume. Sie bieten fast alle einen traurigen, verkrüppelten Anblick, da sie an den Hagelwunden trotz der sorgfältigsten Behandlung laboriren. Einige Bürger beschuldigten die alten Linden, die jüngeren zu unterdrücken und beantragten Entfernung der vermeintlichen Unterdrücker.

Keimpflanze. Es zeigten sich also die beiden Karpellblätter als echte Blätter, aus deren Mitte merkwürdiger Weise nur ein einziges Pflänzchen als Fortsetzung und wohl durch Sprossung des Blüthenstiels hervorbrach. Die Staubblätter hatten mehr oder weniger Blattgestalt angenommen. Auch Knollen und Masern an den Bäumen sind nicht selten Folge von Hagelschäden.

Die Frage, ob die Luft durch ihre chemische Zusammensetzung auf die Pflanze direct einwirke, ist noch keineswegs mit Sicherheit entschieden. Wahrscheinlich ist es allerdings nicht, dass die Pflanzen gasförmige Nahrung [1]) durch die oberirdischen Theile in grösserer Menge aufnehmen; im Allgemeinen scheint auch die Luft auf dem ganzen Erdboden zu den verschiedensten Jahreszeiten eine grosse Conformität in der chemischen Zusammensetzung zu bewahren. Am meisten dürfte darauf die Nähe menschlicher Wohnungen, Fabriken, Gasanstalten u. s. w. Einfluss üben. Dass man dergleichen schädliche Einflüsse von den Pflanzen fern zu halten hat, versteht sich von selbst.

Schwefligsaure, salpetersaure und salzsaure Dämpfe, Chlor, Leuchtgas u. d. gl. greifen direct tödtlich, die Pflanzengewebe zersetzend und zerstörend in das Pflanzenleben ein. In der Nähe undichter Gasleitungen, chemischer Laboratorien und Fabriken sieht man alle Pflanzen absterben. Oft ist man genöthigt, z. B. im Zimmer oder im Glashaus, wo Pflanzen cultivirt werden, Gas zu brennen oder mit Gas zu heizen. In solchem Fall ist ein besonders sorgfältiger Verschluss der Leitungsröhren dringend nöthig. Der gewöhnliche Verschluss reicht dazu nicht aus; dass aber ein hermetischer Verschluss sich bei den Hähnen und Ansatzrohren erreichen lässt, hat Herr Hofrath SCHLEICHER in Jena bewiesen, welcher eigenhändig einen solchen bei seinen Zimmerculturen herstellte. Die alte Volkssage von »giftigen Nebeln« und dergl., welche chemisch durch die Luft auf die Pflanzen einwirken sollten, entbehrt jeder Grundlage. Die verschiedenen Arten des Mehlthaues z. B. sind zum Theil auf pflanzliche zum anderen Theil auf thierische Parasiten (*Aphiden*) zurückgeführt worden.

Die normalen Bestandtheile der Luft, welche als Pflanzennahrung dienen, werden den Pflanzen fast ausnahmslos durch Vermittelung des Bodens zugeführt. Die aus der Luft eintretenden und umgekehrt von der Pflanze an dieselbe abgegebenen Gase, namentlich Kohlensäure und Sauerstoff, gehören, wie SACHS richtig bemerkt, nicht sowohl dem eigentlichen Ernährungsprocess als dem Respirationsprocess an.

1) Wir haben hier selbstverständlich das Wort »Nahrung« im strengsten Sinne im Augen, so wie SACHS es scharf determinirt.

Abschnitt II.

Durch den Boden vermittelte Krankheiten.

Kapitel 3.

Orographische Bodenverhältnisse. Bedeckung der Samen, Knospen, Knollen u. s. w.

Die Neigung des Bodens ist von grosser Wichtigkeit für das Gedeihen der Pflanzen. Im Allgemeinen lassen sich hier drei Fälle unterscheiden: Sonnige Lage, sonnenfreie Lage und ebene Lage.

Auf der Ebene kann man im Kleinen durch künstliche Niveauveränderungen zarteren Gewächsen ein grösseres Ausmaass der Insolation verschaffen. So z. B. eignet sich für den Anbau zärter Gemüse u. dgl. eine Bearbeitung des Bodens, wie sie nebenstehende Fig. 5 andeutet. In Entfernungen von etwa 5 Fuss wirft man etwa 6 Zoll hohe oder nach Bedürfniss und Lage etwas höhere steile Böschungen auf, so dass nach der Sonnenseite das Land sanft abgedacht wird. Man kann an den steilen Böschungen z. B. auf Gemüseland noch schmale Fusswege anbringen, welche natürlich eben angelegt werden.

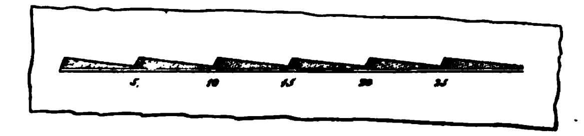


Fig. 5.

Ganz nothwendig ist eine Abdachung gegen die Sonnenseite bei Treibhausbeeten.

Bei grösserem Terrain hat man selbstverständlich eine Vertheilung der Gewächse je nach ihrer Natur vorzunehmen, wenn der Boden uneben ist. Alle Gewächse, welche der Frucht wegen gebaut werden, bedürfen der starken Insolation; sie müssen also auf die nach Süden geneigten Abhänge gebracht werden. Natürlich ist reine Südlage für das Reifen der Frucht am förderlichsten; demnächst ist südwestliche Lage der Morgenlage vorzuziehen, weil dem nach Südwesten geneigten Boden während der Zeit der Bestrahlung die während des Vormittags schon stärker erwärmte Luft zu Gute kommt. Man wird also allen Fruchtpflanzen, Wein, Obst, Getreide u. s. w., wenn man die Auswahl hat, südliche und südwestliche, allen Blattpflanzen, d. h. solchen, die man des Laubes wegen baut, wie Gemüse u. dgl., die Morgenlage geben.

Unter den Getreidearten müssen natürlich die wärmeren zuerst Berücksichtigung finden, etwa nach der Scala: Reis, Mais, Weizen, Roggen, Hafer, Gerste.

Muss man Nordabhänge zum Anbau krautiger Pflanzen, zum Getreide- oder Gemüsebau benutzen, so darf man natürlich nur die härteren Getreidearten und Gemüse auswählen. Pflanzen, die der Blätter wegen gebaut werden, so z. B. die härteren Kohlsorten, Spinat, Petersilie, Kerbel, Sauerampfer u. s. w. vertragen sehr gut nördliche Lage, wenn ihnen nur Schutz gegen den Wind dargeboten wird. Da es hier auf die Blattbenutzung ankommt, so versteht sich besonders bei den zarteren: Kerbel, Petersilie u. s. w. von selbst, dass der Wind höchst nachtheilig einwirkt.

Als allgemeine Regel kann noch ausgesprochen werden, dass alle Kräuter, die man gewürziger oder überhaupt bestimmter chemischer Eigenschaften wegen baut, so z. B. die würzigen Küchenkräuter, Thymian, Majoran, Saturei (Bohnenkraut), Basilikum u. s. w., alle medicinischen Pflanzen in sonniger und abhängiger Lage am besten gedeihen.

Für den Unterschied der westlichen und östlichen Lage können wir als allgemeine Regel betrachten, dass die östliche Lage die Assimilation, die westliche die Verarbeitung am meisten fördert und daraus ergiebt sich die Forderung, Blattpflanzen die Morgensonne, Fruchtpflanzen die Nachmittagssonne zu geben.

Nordabhänge sollte man, wenn nicht die dringende Noth eine andere Vertheilung gebietet, immer bewalden.

Noch wollen wir bemerken, das manche Gewächshauspflanzen, so z. B. viele neuholländische *Myrtaceen*, die Gattungen *Callistemon*, *Metrosideros* u. a. bei der Ueberwinterung nördliche Fenster lieben.

Der Boden ist zweitens die Wiege der jungen Pflanze, von deren Beschaffenheit ihr Gedeihen abhängt.

Ganz abgesehen von Feuchtigkeit und Chemismus, wirkt der Boden als Decke wohlthätig oder nachtheilig auf den Samen ein.

Für die kräftige Keimung ist der Ausschluss des Lichtes förderlich, ja bei manchen Samen scheint er geboten zu sein. Daher wirkt der Boden zunächst als schützende Decke auf den Samen ein. Jedenfalls ist diese Einwirkung nicht dem Lichtabschluss allein, sondern zum Theil dem Schutz gegen das Austrocknen und der Versorgung mit Feuchtigkeit beizumessen.

Dass aber der Lichtausschluss dabei eine, wenn auch oft geringe Rolle spielt, ist sicher. Kartoffeln keimen z. B. auch in trockener Luft, wenn man sie ins Dunkle bringt.

Indessen hat man im Allgemeinen doch zu viel Gewicht auf die Abwesenheit des Lichtes bei der Keimung gelegt. Roggen z. B. keimt recht

gut an der Oberfläche des Bodens, wenn nur die nöthige Feuchtigkeit vorhanden. Das Unterbringen der Saat hat besonders den Zweck, die Samen etwas unabhängiger zu machen von dem Feuchtigkeitswechsel der Atmosphäre und sie vor den Vögeln zu schützen. Manche Cruciferen, so z. B. die Brassica-Arten, kann man im Wasser zur Keimung bringen bei voller Beleuchtung. So gelang es mir namentlich bei *Brassica rapa L.*[1]). Das Würzelchen der auf der Oberfläche des Wassers schwimmenden Samen steigt sofort abwärts, auch dann, wenn es an der Luftseite hervorbricht. Hiernach ist es schon sehr wahrscheinlich, dass es blosse Schwereverhältnisse sind, welche die Wurzelspitze abwärts ziehen; denn die Samen sind gewissermassen an der Oberfläche equilibrirt; sie haben gar keinen Widerhalt an derselben. Liegt der Same am Boden der Schüssel, so kriecht das Würzelchen am Boden fort.

Weit wichtiger als die Bedeckung des Samens an sich ist die Höhe der Decke. Diese hat eine gewisse Grenze, welche für verschiedene Gewächse ganz verschieden ist. In der Natur kommen hier eine Menge Verhältnisse in Betracht, welche für den Culturboden wegfallen. Auf der Wiese z. B. fällt der Same zwischen Gras und Kraut, welches ihn vor dem Austrocknen und gegen die stärksten Lichteinflüsse schützt. Im Wald kommt noch der Laubfall hinzu, ferner die Moosdecke, um die feuchte und düstere Lage des Samens zu erhöhen. Nur selten ist die Natur genöthigt, den Samen durch den Boden selbst zu schützen. Das ist z. B. der Fall auf Dünen und Steppen. Hier besorgt der nächste Wind das Geschäft des Unterbringens, indem er feinen Sand herbeiführt.

Die Cultur muss fast immer eine künstliche Bodendecke schaffen. Die Höhe dieser Decke muss eigentlich experimentell für jede Pflanze festgestellt werden, eine langwierige Arbeit, für welche bis jetzt kaum die ersten Schritte gethan sind. Die Gärtner haben im Allgemeinen die Maxime, sehr flach zu säen und dabei laufen sie am wenigsten Gefahr. Bei Topfaussaaten ist es z. B. Gebrauch, den Samen nach dem Maass seiner eigenen Höhe mit Erde zu bedecken, die demgemäss bei sehr kleinen Sämereien fein gesiebt werden muss. Eine untere Grenze giebt es jedenfalls. Legt man Bohnen einen Fuss tief, so keimen sie gar nicht.

1 Ebenso keimen *Cannabis sativa L.* und *Phalaris canariensis L.* nicht nur in vollem Licht, sondern sogar bei starker Besonnung während der Tageszeit, wenn die Samen auf dem Wasser liegen. Einen wesentlichen Unterschied in der Keimungszeit zwischen diesen und unter den nämlichen Umständen im Finstern gekeimten Samen habe ich nicht wahrnehmen können. Die stärkste Verzögerung der Keimung im Sonnenlicht betrug 18 Stunden. Bei allen Versuchen wurden die Samen 1) frei schwimmend auf die Wasseroberfläche gebracht, 2) im Wasser an einem Bastring befestigt. Im ersten Fall hatte natürlich das Gleichgewichtsbestreben störenden Einfluss, im zweiten Fall dagegen bewegte sich die *radicula* senkrecht abwärts.

Nach SCHLEIDEN keimt der Weizen bis 8 Zoll Tiefe; aber schon bei 7 Zoll Tiefe bringt er keine Aehren; von 1—4 Zoll nimmt die kräftige Entfaltung der Keimlinge zu. Lein keimt schon bei 5 Zoll Tiefe nicht mehr. Die Ursache der Keimungsunfähigkeit liegt im Ausschluss des Sauerstoffs. Es ist daher die wünschenswerthe Tiefe auch von der Bodenbeschaffenheit bedingt. In schwerem Boden darf der Same nicht so tief gelegt werden wie im Sandboden.

Alle Sandpflanzen können aus grösserer Tiefe keimen, ohne Schaden zu leiden. Hier kommt aber noch die Beweglichkeit des Sandes, namentlich für Pflanzen in der freien Natur, in Betracht. Die Dünenpflanzen streuen ihren Samen auf die Oberfläche des Sandes aus; derselbe wird aber sehr bald mit Sand bedeckt. Die Keimlinge haben fast immer von Sandaufschüttungen zu leiden. Unzählige Pflanzen würden dadurch zu Grunde gehen, aber den meisten Dünengewächsen schaden diese Aufschüttungen nichts; weil sie im Stande sind, ihre Internodien, namentlich das erste, ungewöhnlich zu strecken und an jedem Knoten neue Adventivwurzeln zu bilden. Diese Pflanzen müssen oft grosse Anstrengungen machen, um ihre Kotyledonen über die Bodenoberfläche zu heben.

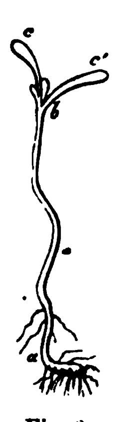


Fig. 6.

So zeigt Fig. 6 einen Keimling von *Cakile maritima L.* welcher die lange Achse $a-b$ treiben musste, um die beiden Kotyledonen c und c' entfalten zu können. Das nämliche Verhältniss, nur in ausgedehnterem Grade, zeigt die Keimpflanze von *Salsola kali L.*, welche dem langen subkotyledonaren Gliede durch Nebenwurzeln zu Hülfe kommen musste. Unter Umständen wird dieses Glied bis einen Fuss lang und darüber. (Fig. 7.)



Fig. 7.

Die Erkrankungen welche zu tief untergebrachte Samen für die Keimlinge zur Folge haben, bestehen wohl niemals in etwas Anderem als in der schwächlichern Ausbildung der Pflanze, namentlich aber im Fehlschlagen der Blüthen und Früchte.

Die Widerstandsfähigkeit der Dünenpflanzen gegen die Verschüttung beschränkt sich übrigens nicht auf das erste Lebensjahr, sondern dehnt sich oft, selbst bei Holzpflanzen, auf das ganze Leben aus. Die *Hippophaë rhamnoides L.*, ein zierlicher Strauch des Seestrandes und der

Alpen-Kiesbetten, an der Küste unter dem Namen Seedorn oder Sanddorn bekannt, verträgt ohne allen Schaden eine vollständige Verschüttung; denn seine Zweige wachsen beständig wieder über die Sandfläche empor, unter derselben neue Wurzeln bildend.

Solche Pflanzen giebt es aber verhältnissmässig wenige. Die meisten Bäume, so z. B. unsere Obstbäume, vertragen nicht gut eine Verschüttung des Stammes, selbst um einen oder wenige Fuss; obgleich wir eigentlich zur Zeit kaum angeben können, wodurch der Baum leidet. Ebenso bekannt ist es, dass Topfpflanzen sehr leicht zu Grunde gehen, wenn man sie zu tief einsetzt.

Nächst der Höhe der Bedeckung kommt aber auch die Festigkeit des Bodens in Betracht, da derselbe der Pflanze als Stützpunct dient. Im allzu lockeren Boden leiden die Pflanzen sehr häufig am Umfallen, einer höchst einfachen Erkrankung, da sie lediglich auf statischen Verhältnissen beruht. So erliegen im lockeren Sandboden die Bäume leichter dem Winde und manche sehr compacte Pflanzen fallen in demselben in Folge ihrer eigenen Schwere. Im höchsten Grade ist dergleichen auf schlammigem Boden zu bemerken, in welchem nicht selten die Pflanzen, welche sich nicht für ihn eignen, umsinken. Im Wasser fallen alle Keimlinge von Nichtwasserpflanzen um, sobald sie eine gewisse Grösse erreicht haben. Die eigentlichen Wasserpflanzen werden zum grossen Gewichtstheil vom Wasser getragen, und können sich daher weit leichter im schlammigen Grunde halten. Setzt man sie aber auf festen Boden, so können sie sich schon wegen der Schlaffheit ihrer Gewebe daselbst nicht aufrecht halten, denn sie haben sich dem gewohnten Medium und Substrat accommodirt. Sie fallen also um, zufolge des entgegengesetzten Schwereverhältnisses wie die Landpflanzen, welche man in den Schlamm versetzte.

Kapitel 4.

Der Chemismus des Bodens.

Es versteht sich von selbst, dass der Boden, auf welchem Pflanzen gedeihen sollen, alle diejenigen Substanzen enthalten muss, deren die Pflanze zu ihrem Gedeihen nothwendig bedarf. Dahin gehören in erster Linie die Organogene, welche zur Bildung der Kohlenhydrate und der Proteïnverbindungen unentbehrlich sind, nämlich: Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff und in zweiter Linie die unentbehrlichen

Aschenbestandtheile[1]) namentlich: Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen, Phosphor, ferner Chlor und Natrium. Auch den Schwefel muss man als nothwendigen Nährstoff betrachten, da derselbe den Proteïnverbindungen niemals fehlt.

Von den gasförmigen Bestandtheilen wird die Kohlensäure zum grössten Theil der Luft entzogen durch den Athmungsprocess der chlorophyllführenden Pflanzen und Pflanzentheile.

Der grosse Unterschied der Kohlensäure-Aufnahme durch die chlorophyllhaltigen Pflanzentheile und durch die Wurzel ist nur der, dass in jenem Fall die Kohlensäure unter Einfluss des Lichtes sofort zerlegt wird und die Spaltöffnungen Sauerstoff und Stickstoff entlassen, während die Wurzel, selbst wenn eine Zerlegung der Kohlensäure stattfände, den Sauerstoff nicht direct, sondern nur durch Vermittelung der Intercellulargänge aus den Spaltöffnungen der Kotyledonen, wo deren vorhanden, aushauchen könnte.

Das Wasser wird jedenfalls zum grössten Theil vermittelst der Wurzel dem Boden entzogen, während der Wassergehalt der Luft, wie wir früher gesehen haben, besonders durch Mässigung der Verdunstung günstig einwirkt.

Das Wasser erfüllt im Boden einen doppelten Zweck für die Pflanze: erstlich führt es ihr den grössten Theil des nöthigen Wasserstoffes und einen Theil des Sauerstoffes zu und tritt als Wasser in die organischen Verbindungen ein und zweitens löst es die der Pflanze nöthigen Salze: es dient also als Nahrung und als Nahrungsvermittler. Wassermangel im Boden hat daher die zweifache Folge des Welkens oder Vertrocknens und der Atrophie für die Pflanzen.

Der Sauerstoff, dessen die Pflanzen zur eigentlichen Ernährung bedürfen, wird in Form von Sauerstoffverbindungen zugeführt, während beim Athmungsprocess der Sauerstoff der Luft benutzt wird. Der Gehalt der Luft an Kohlensäure und Sauerstoff ist im Allgemeinen ein sehr gleichmässiger, es reduciren sich also auch abnorme Einflüsse auf die Beschaffenheit des Bodens in seiner chemischen Zusammensetzung und in seiner Fähigkeit, Gase zu absorbiren, also in seiner Dichte, Porosität u. s. w.

Der Stickstoffbedarf der Pflanze wird direct dem Boden, nämlich den in ihm enthaltenen salpetersauren und Ammoniak-Salzen entzogen, nur indirect, durch Einwirkung auf den Boden, kommt der Stickstoffgehalt der Luft in Betracht.

Von den übrigen, der Pflanze unentbehrlichen Bodenbestandtheilen wissen wir nur bezüglich des Eisens eine sichere physiologische Function

1 Vgl. J. SACHS a. a. O. p. 116 ff.

anzugeben. Das Eisen ist unentbehrlich zur Chlorophyllbildung. Es lassen sich daher die chlorotischen Erkrankungen der Pflanzen in der freien Natur zum grossen Theil auf Eisenmangel zurückführen und durch Zusatz von geringem Eisenquantum in Form eisensaurer Salze heilen. J. KÜHN giebt für die Entfärbung der Saaten einen zu grossen Reichthum des Bodens an Eisenoxydulsalzen als Ursache an. SACHS [1]) unterscheidet die Chlorose, welche durch Eisenmangel hervorgerufen wird von jener durch Licht- und Wärmemangel hervorgerufenen, welche er als Etiolirung bezeichnet. Dass die Ursachen verschieden sind, liegt auf der Hand, aber dass die chlorotische Erkrankung in beiden Fällen eine verschiedene sei, ist mindestens unerwiesen. Es ist wenigstens vorläufig die Hypothese statthaft, dass der Licht- und Wärmemangel das Eisen direct an der Erfüllung seiner physiologischen Function behindert und so die Chlorophyllbildung unmöglich macht.

Man glaubte früher [2]) das Lagern des Getreides auf den Mangel an Kieselsäure zurückführen zu müssen, ohne den Beweis dafür zu liefern. Dass die Kieselsäure, obgleich sie kein eigentliches Nahrungsmittel ist, doch den dünnstengeligen *Gramineen*, *Equisetaceen* und vielen anderen Gewächsen, wo nicht ganz unentbehrlich, so doch durch Vermehrung der Festigkeit der Blattscheiden und des Halms überhaupt von grossem Nutzen sei, darf wohl als ausgemacht angesehen werden. Vielleicht kommt indessen der Kieselgehalt des Bodens in dieser allgemeinsten Beziehung in der Pflanzenpathologie gar nicht in Betracht, da wohl selten oder nie der Boden ganz frei von Kieselsäure ist.

Die Lehre von der chemischen Beschaffenheit des Pflanzenbodens, die sogenannte Düngerlehre, muss natürlich dem Vorstehenden ihre Grundlage entnehmen.

Die durch Bodenverhältnisse eingeleiteten krankhaften Modificationen der Pflanzen lassen sich zur Zeit leider äusserst selten auf eine bestimmte Ursache zurückführen, ja, es ist uns nicht einmal möglich, die chemischen Einwirkungen von den physikalischen, der Wasserzufuhr, Porosität, Hygroskopicität des Bodens u. a. m. bei der Besprechung solcher Erkrankungen scharf zu trennen.

Wir haben früher gesehen, dass bei Verletzung der Fortbildungsgewebe die Pflanzen häufig anhaltenden Saftverlusten ausgesetzt sind. Solche Saftverluste und Saftergiessungen an bestimmten Stellen, oft sogar im Innern der Pflanze, können aber auch ohne jede äussere Verletzung

---

1 A. a. O. p. 142 ff.

2 Vgl. J. SACHS a. a. O. pag. 150 ff. KÜHN, Krankheiten der Culturgewächse pag. 14.

eintreten[1]. Wir schliessen daher das sogenannte Thränen der Bäume, welches im Frühjahr so oft bemerklich ist, namentlich beim Weinstock, bei der Birke, mehren Ahornen, Ulmen, Buchen, Weiden u. a., hier von unserer Betrachtung aus, denn diese Saftergüsse finden wohl selten ohne mechanische äussere Verletzung statt, wenigstens wollen wir den Namen des Thränens auf diese Fälle beschränken. Es ist schon oft erörtert worden, dass bei solchen thränenden Pflanzen meist die schon relativ abgestorbenen Gefässe von Saft strotzen und HOFMEISTER hat experimentell wahrscheinlich gemacht, dass der hydrostatische und mechanische Druck der turgescenten Gewebe den Saft von unten her in die Gefässstränge hineintreibe und dadurch die Gefässe zum Ueberfliessen bringe. Derartige thränende Wunden lässt man allmählich eintrocknen und behandelt sie übrigens wie andere Wunden. Sind sie von beträchtlicher Grösse, wie z. B. beim Anbohren von Birken, so dürfte es zweckmässig sein, dieselben durch einen passenden Kork, der nur bis ans Cambium nach aussen vorragen darf, zu schliessen. Uebrigens pflegt das Thränen mit dem Beginn der Blattentwickelung sich einzustellen.

Natürlich zeigt sich das Thränen auch überall da, wo unter der Rinde durch irgend eine beliebige Ursache Verletzungen des Gewebes stattgefunden haben. Solche Ursachen können Frostspalten, faule Stellen, in Folge früherer Verletzungen u. s. w. darbieten. So sieht man also leicht thränende Gewächse ohne äusserlich sichtbare Verletzungen stark tropfen. Meist zeigt sich dabei doch eine kleine Verwundung bei genauerer Untersuchung. Ganz spontane Verwundungen durch Einreissen der Rinde sind, wie ich glaube, bei wilden Pflanzen selten; dagegen kommen sie nicht selten bei Culturpflanzen vor und das deutet schon auf abnorme Säftemischung als die Ursache hin.

Es ist mindestens bei vielen Pflanzen sehr fraglich, ob der blosse Wasserreichthum des Bodens zu einer Sprengung des Zellengewebes genügenden Erklärungsgrund abgeben kann, wir müssen vielmehr in dieser Vorstellung im Allgemeinen etwas Widersprechendes erblicken, denn die Wasseraufnahme hängt doch vor Allem von der chemischen Capacität des Zelleninhalts im Verhältniss zur umgebenden Lösung ab. Uebrigens sind die Diffusionserscheinungen hier so verwickelte, dass wir von einer Erklärung im Einzelnen wohl vorläufig absehen müssen. Als leitende Maxime müssen wir aber die Vorstellung festhalten, dass ein wesentlich anderes Mischungsverhältniss der Zellsäfte durch die chemische Boden-

1 Den spontan auftretenden Harzflüssen der *Coniferen* und Gummiflüssen der *Papilionaceen*, *Caesalpinieen*, *Mimoseen* und anderer, besonders tropischer Pflanzen liegt häufig wohl nur ein grosser Saftreichthum zum Grunde, der an vielen Stellen ein Zerreissen der Harz- und Gummigänge veranlasst.

mischung bedingt sein und dass dadurch die Turgescenz der Zelle und der Zellgewebe die Elasticitätsgrenze der Zellwand, oder, jedenfalls häufiger, die Cohäsion der Gewebeelemente überschreiten kann. Diese Verhältnisse gestalten sich wesentlich verschieden bei krautigen und bei holzigen Pflanzen.

Bei krautigen Pflanzen, so z. B. bei Rübenarten und bei Kohlsorten mit angeschwollenen Stengeln wie der Kohlrabi, vielleicht aber bei allen knolligen Culturgewächsen, sprengt die Turgescenz der Zellen das ganze Gewebe und der Stengel platzt von innen nach aussen, da die verhältnissmässig schwache Oberhaut wenig Widerstand darbietet. Dass hier oft der blosse Wasserüberfluss die Sprengung hervorruft, lässt sich experimentell nachweisen. Ich suchte z. B. Petersilienwurzeln in Brunnenwasser zu cultiviren. Schon am 3. Tage nach der Aufhängung der Wurzeln wurde der ganze unter Wasser befindliche Theil zersprengt; es trat eine tiefe, weit klaffende Längswunde hervor, wodurch die Wurzel eine höchst unförmliche Gestalt erhielt.

Bei holzigen Pflanzen dagegen ist es nicht der innere, verholzte, sondern der Rindentheil, welcher die Sprengung verursacht. Die Rinde setzt sich ja alljährlich cylindrisch von innen nach aussen ab. Da sich die äusseren Ringe nur bis zu einem gewissen Grade dehnen können, so werden sie bei stetig zunehmender Spannung zuletzt gesprengt. Bei den Pflanzen der Wildniss tritt dieses Zerreissen der äusseren Rindenschichten meist schon sehr früh ein, daher leidet der Baum keinen Schaden. Gerade bei den Culturbäumen aber bleibt nicht selten die Rinde mehre Jahre straff und prall, ohne durch spontanes Einreissen, wie bei Weiden, Pappeln, Acazien u. s. w. oder durch Abstossen ganzer Theile vermittelst der Kork- und Borkenschichten, wie bei Platanen, Birken, Kiefern u. a. von den äusseren Rindenschichten befreit zu werden. In solchem Fall steigert sich die Spannung von Jahr zu Jahr, bis die Rinde von aussen nach innen, und nun ziemlich gewaltsam, einreisst, so dass auch das Cambium mehr oder weniger verletzt wird.

Diesem Uebelstand, der natürlich stets Saftverluste und oft gefährliche Erkrankungen der Bäume zur Folge hat, kann man leicht durch sogenanntes Längsringeln zuvorkommen. Man schneidet nämlich vorsichtig und nicht zu tief, namentlich ohne das Cambium zu verletzen, die Rinde längs des ganzen Baumes einmal oder an 3 — 4 Stellen des Umfanges ein. An den Stellen, wo diese Einschnitte gemacht sind, dehnt sich die Rinde rasch aus und giebt dem inneren Drucke nach, so dass ein derartiges Einreissen von aussen nach innen nicht mehr zu befürchten ist. Dieses Verfahren kann man, wenn es nöthig ist, in Intervallen von einigen Jahren wiederholen.

Saftverluste und Saftergüsse infolge von Störungen in der gleich-

mässigen und normalen Ernährung der Pflanzengewebe finden nun keineswegs bloss an der Peripherie der Stämme, sondern nicht minder häufig im Innern ihrer Gewebe statt.

Es ist unseres Wissens noch kein einziger derartiger Fall genau und vollständig auf seine Ursachen zurückgeführt, aber Ernährungsstörungen liegen hier wohl stets zu Grunde.

Man muss in solchen Störungen drei verschiedene Fälle unterscheiden.

Erstens hat blos der Inhalt der Zellen eine abnorme chemische und organologische Zusammensetzung, infolge dessen meist eine abnorme Färbung angenommen. Diese hat meist sehr bald eine Veränderung der Zellenwand in Färbung und chemischer Constitution zur Folge. Zweitens finden ausser einer Aenderung der eben angedeuteten Art wesentliche Aenderungen in der Structur der Gewebe statt; es tritt z. B. Parenchym auf, an Stellen, wo sich im Normalzustand Prosenchym ausbilden würde.

Drittens finden in Folge einer Ungleichheit und Abnormität in der Turgescenz der Zellen, oder infolge einer abnormen Veränderung der Gewebe Zerreissungen des Pflanzenkörpers und Ergüsse statt.

Eine wesentliche Veränderung des Zelleninhalts in Folge abnormer Säftemischung und dadurch bedingte Parenchymwucherungen fand ich z. B. an einem Ahornholz[1]) (Fig. 7), welches ich der Güte des Herrn Chausseebauinspector Botz zu Jena verdanke. Der betreffende Baum ward vor einiger Zeit in Weimar gefällt und zersägt. Leider konnte ich über seinen Standort und seine frühere Umgebung nichts in Erfahrung bringen. Das mir übergebene Holzstück ist ein keilförmiger Ausschnitt aus einem $1\frac{1}{2}$—2 Zoll dicken Querschnitt des Baumes, und bietet ohngefähr ein Viertel des ganzen Durchschnitts vollständig, d. h. mit Mark und Rinde dar. Die Rinde ist an einigen Stellen durch Veränderungen im Wachsthum gestört worden und zeigt daselbst (Figur 8 *u*, Tafel IV) ganz normale Ueberwallungs-Erscheinungen. An einer über einen Zoll breiten Verletzung scheint die Fortbildungsschicht völlig zerstört zu sein, denn hier ist ein Riss entstanden, von welchem aus ein Fäulnissprocess einige Linien weit nach aussen und innen vorgedrungen ist. Der Riss ist jedoch vollkommen überwallt. Das Holz hat zum Theil, besonders im Splint, die normale bräunlich-weisse Farbe, die dem Holz von *Acer platanoides L.* eigen ist; aber vom Mark aus, welches dunkler erscheint, ziehen sich, wie Fig. 8 Taf. IV. es in halbem Linearmaassstab zeigt, dunkle, auf der glatten Schnittfläche rothbraun erscheinende, breite Strahlen bis an den Splint, begrenzt nach aussen durch den ersten Jahresring des

1) Vgl. meine Arbeit Ueber einige merkwürdige Störungen in der Holzentwicklung. Jenaische Zeitschrift Bd III. Heft I.

Splints, welcher sich durch die Farbe vom Kernholz unterscheidet, und seitlich ziemlich genau durch Markstrahlen, nach aussen jedoch allmählich um einige Strahlen sich zurückziehend. Solcher Flügel, den Strahlen eines Hanseatenkreuzes ähnlich, waren im Ganzen acht vorhanden, wovon auf dem mir vorliegenden Abschnitt zwei sichtbar sind. Ausser dieser zusammenhängenden Holzpartie, welche nach Angabe von Borz auf einer Länge von mindestens 9 Fuss jene dunkle Färbung zeigt, tritt dieselbe noch in einem der jüngsten Jahresringe im Splint auf Figur 8, Tafel IV.), und zwar auch hier durch den Jahresring scharf nach aussen abgegrenzt, nach innen unregelmässig keilförmig vordringend. Da diese dunklen Partien eine gleiche Beschaffenheit mit denen im Innern zeigen, so darf man wohl eine gleiche Ursache, also eine Wiederkehr der nämlichen Ursache voraussetzen, nachdem dieselbe eine Reihe von Jahren zu wirken aufgehört hatte. Die phytotomische Untersuchung war die erste Vorbedingung, um über die obwaltende Ursache womöglich in's Klare zu kommen.

Das Mark besteht aus grossen, polygonalen, meist inhaltsleeren Zellen, deren Wände hier bräunlich gefärbt sind. Einzelne dieser Markzellen sind mit einer oft sehr schön violett oder purpurngefärbten Substanz ausgefüllt. Das Mark ist von einem festen Parenchym umschlossen, dessen Zellen meist mit einer ähnlichen, amorphen, braunen Masse erfüllt sind. Die Markstrahlen, welche schmale Prosenchymstreifen mit sehr grossen, radial zu 2—3 verbundenen schraubig und tüpfelförmig verdickten Gefässen trennen, sind von vornherein höchst verschieden an Breite und Höhe, so dass das Bild auf dem Tangentialschnitt stets ein sehr buntes ist. Innerhalb des braungefärbten Holztheils sind die Markstrahlen, ausser zahlreichen Stärkekörnern, mit jener braunen Masse erfüllt, die auch einzelne Gefässe ausfüllt. Sämmtliche Zellenwände sind etwas dunkler bräunlich gefärbt als in den ausserhalb des erwähnten Sterns befindlichen Holztheilen [1]. Der braune Stern ist vom Splint durch eine sehr dunkle, fast schwarze, harte, auf dem Querschnitt glänzende Schicht Fig. 8 *ps* Taf. IV.) getrennt. Während ausserhalb des Sternes z. B. bei *y* Fig. 8 (Taf. IV.) die Markstrahlen ohne Unterbrechung aus dem Kernholz in den Splint hinübersetzen und überhaupt gar nichts in der Zusammensetzung des Holzes sich ändert, findet hier auf einem dünnen Querschnitt eine gänzliche Unterbrechung im Gewebe statt. Die Markstrahlen erweitern sich plötzlich, vereinigen sich bogenförmig; ihre sonst sehr langgestreckten

1 Diese Sternbildung erinnert unmittelbar an den Versuch von BOUCHERIE und HARTIG, welcher sternförmig Bohrlöcher in einem Baumstamm anbrachte, sie alle bis auf eines schloss, in welches dann holzsaures Eisen geleitet wurde. Es bildete sich durch den ganzen Baum eine sternförmige Zeichnung. Vgl. auch J. SACHS a. a. O. p. 218.

Zellen (*m* Figur 9) nehmen verschoben quadratische Gestalt an und füllen sich mit einer Masse, welche aus dem Honiggelben in's Purpurviolette und Weinrothe hinüberspielt. Auch die Holzzellen verändern sich, sie erscheinen verschoben vierkantig-polygonal, ihre Wandungen werden dünner, während die der Markstrahlen sich verdicken; — mit einem Wort: das ganze Gewebe geht in ein gleichmässiges Parenchym über, aus verschoben viereckigen, stark verdickten, mit jenem gefärbten Stoff angefüllten Zellen bestehend. Fertigt man nun Tangentialschnitte in der Nähe des dunklen Grenzringes (*ps* Fig. 8 Taf. IV.), so sieht man, vom Splint gegen den Grenzring allmählich vorrückend, wie die Markstrahlen immer dichter und unregelmässiger werden, an verticalem Umfang bedeutend zunehmen, das zwischenliegende Gewebe verdrängen und verschieben, und zuletzt in die schon erwähnte Parenchymschicht verlaufen. Je mehr man dieser sich nähert, desto mehr füllen sich die Zellen der Markstrahlen und des Prosenchyms mit dem braunen Farbestoff, der anfangs gelblich, dann immer dunkler roth oder braun, zuletzt fast schwarz erscheint, sich weder in Alkohol oder Aether, noch in Säuren auflöst, nur beim Kochen in Kali zum grossen Theil unter Braunfärbung der Flüssigkeit aus den Zellen verschwindet. Die Gefässe, welche sehr bald ganz verschwinden, winden sich immer unregelmässiger mit den Holzzellen zwischen den sich vergrössernden Markstrahlen hindurch. Die Holzzellen erweitern sich werden dünnwandig, und sind zuletzt vollkommen parenchymatisch. Rückt man dagegen umgekehrt von innen nach aussen mit Tangentialschnitten gegen die dunkle Grenzlinie vor, so bleibt das Gewebe durchaus regelmässig, bis man die Parenchymschicht selbst berührt; die Markstrahlen erscheinen im Querschnitt lang lanzettlich, in regelmässigen Abständen: nirgends sieht man eine Verschiebung der Gewebetheile.

Von diesem Verhältniss giebt der Radialschnitt (Fig. 9 Taf. IV.) das einfachste und klarste Bild. Innerhalb des Parenchymstranges laufen hohe Markstrahlen ungestört bis an die Grenze fort (*m*); dann plötzlich tritt das dunkle Wuchergewebe (*w p* Fig. 9) auf, nach innen scharf abgegrenzt, nach aussen allmählich sich in das wieder regelmässiger angeordnete Gewebe verlierend. Man sieht hier neue Markstrahlen (*m'* Fig. 9) entstehen, anfänglich nur wenig Zellen hoch, aber bald sich erweiternd; zwischen ihnen verwandelt sich das Wuchergewebe in immer grosszelligeres und gestreckteres Parenchym, welches allmählich in Prosenchym übergeht, anfänglich mit den entstehenden Markstrahlen um den Raum kämpfend (*p r* Fig. 9).

Aehnlich sind nun die gefärbten Holzpartieen in der Nähe der Rinde (*x* Figur 8) diesem Vorkommniss eben durch jenen dunklen Farbestoff. Nach aussen befindet sich die scharfe Grenzfläche, welche das äussere, ganz normal gebildete Holz von dem inneren, dunkel gefärbten plötzlich

abtrennt. Hier besteht aber die Veränderung lediglich in dem die Zellen ausfüllenden Farbstoff. Innerhalb einer nur etwa 8—10 Zellen breiten Zone sind alle Elemente des Holzes, in der Form durchaus unverändert, mit jenem Farbstoff erfüllt, welcher nach innen unregelmässig, bald weiter, bald weniger weit vordringt, am weitesten in den Markstrahlen, welche überhaupt ihn durch's Holz zu verbreiten scheinen. Dieses Vorkommen scheint somit der Vorläufer jener Gewebeveränderung zu sein, welche mithin Folge einer veränderten Ernährungsweise der Pflanze ist.

Die Erklärung der ganzen Erscheinung kann uns hier nicht auf eine äussere Ursache, eine Verletzung oder dergl. führen, denn es haben gerade an den betreffenden Stellen nicht die geringsten Ueberwallungserscheinungen stattgefunden. Es liegt vielmehr als Ursache zunächst eine Veränderung in der Zusammensetzung des Zellensaftes und in Folge davon später eine gänzliche Veränderung des Gewebes vor. Die Jahresringe, welche das Wuchergewebe nach innen begrenzen, deuten genau den vegetativen Zeitpunct an, wann die abnorme Saftzufuhr stattgefunden hat. Diese Zufuhr selbst kann von oben oder von unten stattgefunden haben. Die Zufuhr von oben her, etwa durch einen vorrückenden Vermoderungsprocess, fällt hier aus mehrfachen Gründen von selbst weg, denn erstlich ist der Zelleninhalt der veränderten Stellen offenbar kein Vermoderungsproduct; zweitens ist der abnorme Zellsaft nicht im relativ abgestorbenen Holz, sondern im lebensthätigen und kräftigen Cambium eingedrungen, sonst würde sich kein Wuchergewebe gebildet haben, am allerwenigsten aber ein durch bestimmte Jahresringe noch immer scharf begrenztes. Wären etwa durch Abbrechen und Hohlwerden des ganzen Stammes von oben her im Wasser gelöste Moderungsproducte eingedrungen, so würden dieselben zuerst im Centrum Veränderungen bewirkt haben und von da aus radial verbreitet sein; wäre aber ähnliches durch äussere Verletzungen, durch Abbrechen von Aesten u. s. w. eingeleitet, so wären die Vermoderungscentra verschiedene und es würde nicht ein einziger Jahresring alle acht Flügel begrenzen.

Die abnorme Zellennahrung ist also von unten her durch die Wurzel eingedrungen. Zu bestimmter Zeit, in einem bestimmten Jahrgang, müssen die Wurzeln eine abnorme Nahrung aufgesogen haben.

Die isolirte Lage jener peripherischen Streifen des Wucherparenchyms ist leicht dadurch erklärlich, dass einzelne Wurzeln dem Baume die abnorme Nahrung zuführten, während andere in zuträglicherem Boden vegetirten. Das Wucherparenchym hat das rothbraune Pigment strahlenförmig in's Innere des Stammes ergossen, wo die verschiedenen Strahlen zusammenflossen. Nach einer mehrjährigen Unterbrechung, während welcher der Baum ganz normal ernährt wurde, hat eine neue aber weit schwächere Störung stattgefunden.

Als Ursache der veränderten Bodenmischung kann man in diesem Fall kaum etwas anderes, als einen plötzlich auftretenden Bodenzusatz, einen Aufguss, vielleicht in boshafter Absicht, voraussetzen. Worin derselbe bestanden habe, möchte hier schwer zu ermitteln sein, da die vorhandene Holzmenge für so scrupulöse chemische Untersuchungen nicht ausreichen dürfte.

Die späteren kleinen Störungen sind entweder durch spätere geringe Bodenzusätze derselben Art oder dadurch zu erklären, dass nur einzelne Wurzeln später in Regionen des Bodens gerathen sind, wo sie eine derartige abnorme Nahrung fanden.

In den neuesten pflanzenphysiologischen Arbeiten werden die Imbibition der Zelle und die Saftbewegung in einer Weise abgehandelt, die mich in Verwunderung setzte. Seit einer Reihe von Jahren mit phytotomischen Untersuchungen von Pflanzen, insbesondere von Holzpflanzen, beschäftigt, habe ich mir längst eine sehr bestimmte Ansicht über die Bewegung des Saftes in der Pflanze gebildet, die ich ihrer Einfachheit und leichten Nachweislichkeit wegen als allgemein bekannt annahm und daher nicht damit hervortrat. Da nun, wie gesagt, noch in den allerneuesten Arbeiten Ansichten ganz anderer Art laut werden, so halte ich es für Pflicht, meine diesem Gegenstand gewidmeten Untersuchungen auf eine unwiderlegliche Art zu demonstriren. Natürlich geschieht das am einfachsten durch Fütterung von Pflanzen und Pflanzentheilen mit farbigen Lösungen. Ich gebe die Versuche, welche ich neuerdings mehr zur Demonstration als zur Begründung meiner Ansicht anstellte, ohngefähr in der Reihenfolge, wie ich sie vornahm.

I. Saftaufnahme der Blätter von aussen.

Ich wählte zu allen Versuchen zwei Farbstoffe: Rothen Kirschsaft von Sauerkirschen, gehörig ausgekocht, und Indigo-Schwefelsäure. Der erste bezweckte die Darstellung der Saftwege ohne Störungen in den Geweben. Wegen der geringeren Concentration und Intensität des Farbstoffes gaben diese Versuche zum Theil weniger elegante Bilder, namentlich für die Präparation zum Aufheben. Ich hielt es aber für absolut nothwendig, einen wirklichen Pflanzensaft und nicht etwa blos einen gelösten Pflanzenfarbstoff anzuwenden, weil bei diesem nie der Einwand abzulehnen ist, das Lösungsmittel, sei es nun alkalisch oder sauer oder wie immer beschaffen, übe einen modificirenden Einfluss auf den Versuch. Wurde aber die Indigo-Schwefelsäure genau die nämlichen Wege geführt, wie der Kirschsaft, dann hielt ich mich für berechtigt, von solchen Pflanzentheilen hergestellte Präparate zur Demonstration beim akademischen Vortrag zu benutzen.

In den hier mitzutheilenden Versuchen wurden an lebenden Topf-

gewächsen die Blätter zum Theil oberseits, zum Theil unterseits, mit dem Farbstoff besprengt. Sobald der Farbstoff eingetrocknet war, wurden die Blätter abgeschnitten und untersucht.

JULIUS SACHS hat schon mehrfach die höchst interessante Beobachtung mitgetheilt, dass an manchen Blättern, deren Oberfläche sonst schwer benetzbar ist, der Nervenverlauf deutliche Benetzung zeigt. Er knüpft daran die Vermuthung, dass die Blätter an den Nerven ein kleines Quantum Wasser aufnehmen können, eine Vermuthung, welche durch die gärtnerische Erfahrung in so fern eine Stütze erhält, als manche zarte Gewächshauspflanzen, so namentlich die *Epacrideen*, wenn sie einmal zu stark ausgetrocknet sind, zuerst, bevor man sie begiesst, bebraust werden müssen. Giesst man sogleich den Boden, so sterben sie in der Regel ab.

Die Ansicht von SACHS wird nun durch meinen Versuch nicht blos bestätigt, sondern genauer localisirt und erklärt.

Aufnahme des Kirschsaftes.

1) Blätter eines hybriden *Pelargonium*.

Sowohl am Stiel als auf der Blattspreite dringt der Saft in alle Haare und Drüsenhaare ein, ebenso durch deren Vermittelung in die Oberhautzellen der Oberseite und Unterseite. In dem Querschnitt durch einen Nerven, welchen Fig. 2 (bei 160 lineare) zeigt, sieht man den Farbstoff von beiden Seiten eingedrungen, weil beide benetzt wurden. Die gestreckten Zellen der Epidermis (*ep* Fig. 2) haben ihn überall aufgesogen, ebenso sieht man alle Haare (*p*) und Drüsenhaare (*g*) intensiv gefärbt. Auf der Oberseite (*u*), wo dem Nerven gegenüber, welcher auf der Rückseite stark vorspringt, die Blattfläche flach, wie in unserem Schnitt, oder häufiger rinnig vertieft erscheint, grenzen überall an die Oberhaut die chlorophyllhaltigen Pallisadenzellen (*pz*); nach unten ist bis an die Oberhaut der Raum mit quer gestreckten Chlorophyllzellen (*ch*) ausgefüllt. Im ganzen Blattgewebe, ausgenommen die Nerven, sieht man nur die Oberhaut gefärbt; niemals eine Chlorophyllzelle; es scheint also, wie sich vielfach bestätigt fand, der Farbstoff nicht in die Chlorophyllzellen eindringen zu können. Der Grund, warum das nicht möglich ist, bedarf einer sehr scrupulösen mikrochemischen Untersuchung, von der ich vorläufig absah, um die Wege der Saftbahnen weiter zu verfolgen.

Man sieht aus der Zeichnung des Querschnittes Figur 2 ohne Weiteres, dass in Folge des eben berührten Verhältnisses der rothe Saft nur auf der Rückseite und zwar auch hier nur längs der Nerven weiter in's Innere vordringen kann, denn nur hier folgt auf die Oberhaut ein chlorophyllfreies Gewebe, während an der Blattoberseite das Gefässbündel durch unregelmässig gestaltete Chlorophyllzellen von der Oberhaut geschieden ist (*x* Fig. 2). An der Unterseite der Nerven dringt der Saft aus der Oberhaut in das darunter liegende, anfänglich stark verdickte (*y* Fig. 2),

dann grosszellige und dünnwandige Gewebe (Parenchym), welches (*x* Fig. 2) das Gefässbündel von unten her halbmondförmig umschliesst. Im Gefässbündel selbst ist der Saft sehr energisch aufgesogen und zwar in allen Elementen desselben, dem halbmondförmigen Prosenchymbündel (*pr* Fig. 2), dem darauf folgenden grosszelligen Parenchym (*v*), welches den ganzen Gefäss- und Cambialstrang (*sp* und *cb* Fig. 2) umschliesst. Diese letzten beiden Hauptelemente des Bündels, besonders aber das Fortbildungsgewebe, zeigen das stärkste Colorit.

Der Saft ist in allen genannten Geweben in das Zellenlumen getreten; natürlich erscheinen aber die Wände selbst tiefer gefärbt. Die Zellwände beweisen ihre hohe Imbibitionskraft dadurch, dass bei einigen Blättern, welche nur auf einer Seite benetzt waren, der Farbstoff von Zelle zu Zelle bis zur Oberhaut der entgegengesetzten Seite vordrang.

2) Blätter von *Myosotis palustris L.* Die Aufnahme war fast genau dieselbe. Die borstenförmigen Haare nehmen den Farbstoff nur sehr schwer auf, manche waren ganz farblos, überhaupt haftet die Flüssigkeit schlecht. Die Oberhaut von Oberseite und Unterseite nimmt die Farbe auf; das Chlorophyllgewebe hat eine analoge Vertheilung wie bei *Pelargonium*, daher tritt ganz ebenso der Farbstoff auf der Blattunterseite in den Nerven ein und erfüllt nach und nach das Gefässbündel. Nirgends ist die Farbe in chlorophyllführende Zellen eingedrungen. Das Parenchym unter der Oberhaut auf der Rückseite der Nerven ist ziemlich dickwandig.

3) Blätter der Gartennelke.

Das chlorophyllhaltige Gewebe liegt in einer Lage von gleichmässiger Dicke (*ch* Fig. 3) nur an der Blattunterseite unmittelbar unter der Oberhaut (*ep U* Fig. 3). Der übrige Raum ist bis zur oberen Epidermis (*ep O* Fig. 3) mit grosszelligem Parenchym (*p* Fig. 3) ausgefüllt. Obschon der Nerv, besonders der Hauptnerv, wie ihn Fig. 3 darstellt, auf der Blattunterseite stark vortritt, so kann er doch von der Unterseite her nicht, wie bei *Pelargonium*, mit Farbstoff imprägnirt werden. Benetzt man nur die Oberseite, so wird nur diese mit Farbstoff versehen, die Unterseite zeigt auch in der Oberhaut keinen Farbstoff oder bei reichlicher Aufnahme erst sehr spät durch Vermittelung des Randes. Werden beide Seiten benetzt, wie in Fig. 3, dann beschränkt sich der Farbstoff auf der Blattunterseite auf die Epidermis. Von der oberen Epidermis her durchdringt der Farbstoff das ganze chlorophyllfreie Gewebe und tritt in das Gefässbündel ein, alle Theile desselben erfüllend, welche im Wesentlichen dieselbe Anordnung zeigen (*pr, sp* und *cb* Fig. 3) wie bei *Pelargonium*.

4) *Tradescantia zebrina hort.*, Blätter.

Hier bildet das Chlorophlly unr eine schmale Zone in der Mitte

Das grosszellige Parenchym, welches den ganzen übrigen Raum einnimmt, ist grösstentheils, sogar die Pallisadenzellen, chlorophyllfrei, daher dringt hier an den meisten Stellen der Farbstoff von beiden Seiten bis in die Gefässbündel vor. Die Aufnahme geschieht aber mit sehr geringer Energie.

Aufnahme der Indigo-Schwefelsäure.

1) *Pelargonium*. Genau dieselbe Vertheilung wie beim Kirschsaft, nur noch klarer hervortretend; namentlich die Gefässbündel tief blau gefärbt.

2) *Myosotis*. Nur sehr unbedeutende Spuren des Farbstoffes aufgenommen.

3) *Dianthus*. Bei Benetzung der Unterseite sind nur die Oberhautzellen gefärbt; bei Benetzung der Oberseite ist alles chlorophyllfreie Gewebe und die Gefässbündel in allen Theilen intensiv blau gefärbt. Es hat sich sogar aus den Oberhautzellen der Oberseite der Farbstoff in die der Unterseite begeben.

4) *Tradescantia*. Wie beim Kirschsaft; aber der energischer aufgesogene Farbstoff machte die zarten grossen Parenchymzellen zum Theil collabiren.

Es geht aus Vorstehendem das Resultat hervor, dass die chlorophyllhaltigen Zellen ein Hinderniss für die Aufnahme der beiden farbigen Säfte sind. Dass sie überhaupt ein Hinderniss für die Saftaufnahme aus der Atmosphäre sind, wird wahrscheinlich, ja fast zur Gewissheit, durch Verbindung dieser Untersuchungen mit den schönen Beobachtungen von Julius Sachs über die Unbenetzbarkeit der Blattfläche, ausgenommen die Nerven an der Oberseite oder Unterseite. Wir können demnach, wenn nicht mit Gewissheit, so doch mit grosser Wahrscheinlichkeit dies Gesetz aussprechen, dass tropfbar flüssiges Wasser aus der Luft an den Blattnerven stets dann aufgenommen werden kann, wenn sie mit der Epidermis durch chlorophyllfreies Gewebe zusammenhangen. Das wird bald an der Unterseite, wie bei *Pelargonium*, bald an der Oberseite, wie bei der Nelke, bald an beiden Seiten, wie bei *Tradescantia*, überhaupt bei den meisten *Monocotyledonen*, stattfinden.

II. Saftaufnahme krautiger, abgeschnittener Pflanzentheile durch die Schnittfläche.

Aufnahme der Indigo-Schwefelsäure.

1) *Pelargonium*-Blatt.

Es wird hier die Aufnahme des blauen Farbstoffes vorangestellt, weil derselbe, obschon genau in gleicher Vertheilung mit dem Kirschsaft, doch, namentlich für die Betrachtung von aussen lebhaftere und deutlichere Bilder hervorbrachte. Der blaue Farbstoff zeigte sich, wo er

äusserlich sichtbar wurde, als tief violettes Colorit, der rothe Saft dagegen trat nur in einer schwachen Röthung, meist nur in einer Abblassung der Pflanzentheile hervor, welche ihnen ein chlorotisches Ansehen gab.

Mit dem Ende des abgeschnittenen Blattstiels in den Farbstoff getaucht, zeigte das Blatt nach 20 Stunden an sämmtlichen Nerven auf der Rückseite eine tiefblaue Färbung, ebenso am ganzen Blattrand, besonders aber an den Zähnen desselben. Das Grün blieb dabei lange ganz ungeschwächt; erst mehre Tage später vergilbte es.

Die phytotomische Untersuchung ergab, dass der Farbstoff, in den Gefässbündeln aufsteigend, sich von ihnen aus durch Vermittelung des chlorophyllfreien Gewebes in die Epidermis der Blattrückseite ergoss und von hier aus in die Epidermis der Oberseite vordrang. Es trat also auf dem Querschnitt genau das nämliche Bild hervor, wie wenn der Farbstoff beiderseits von aussen eingedrungen wäre, nur war die Färbung weit intensiver. Alles chlorophyllhaltige Gewebe war ganz frei geblieben. Der Saft hatte also hier genau den umgekehrten Weg in denselben Bahnen von unten nach oben wie früher von oben nach unten eingeschlagen.

2) Nelkenzweige.

Binnen 20 Stunden nahm ein Zweig mit lang entwickelten Internodien an den Knoten tiefblaue Färbung an, während die Internodien grün blieben.

Die Blätter erhielten, besonders an der Basis und am Rande, ein grauviolettes Colorit, welches einen Zweig mit unentwickelten Internodien natürlich vollständig färbte, so dass er den seltsamsten Contrast zu einem danebenstehenden Zweig in Kirschsaft zeigte, welcher ein gelbliches, chlorotisches, hie und da röthliches Ansehen, besonders an den Knoten und Blatträndern zeigte.

Auf dem Querschnitt des gebläuten Nelkenstengels aus dem Internodium erschien das Mark (Fig. 1) rein weiss, umgeben von der tiefblauen Cambial- und Gefässbündel-Schicht, welche ihrerseits von der grünen Rinde umschlossen war.

Im Ganzen ist das Bild am Knoten das nämliche. Die tiefblaue Färbung desselben kommt daher, weil die Blattscheide hier fast ringsum gar keine Chlorophyllschicht, oder stellenweise eine ganz dünne Schicht zeigt.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt auch hier ein Aufsteigen des Saftes in den Gefässbündeln und Verbreitung desselben nach oben bis in die Oberhaut der Oberseite, welche ihn allmählich an die Unterseite abgiebt. Das Chlorophyllgewebe ist anfänglich ganz frei und erst nach zwei Tagen trat hie und da bei den Chlorophyllzellen eine Imbibition des Farbstoffes in die Zellwand ein. Der Primordialschlauch zog sich aber in diesem Falle stets zusammen, so dass die Wirkung wohl in erster Instanz

der Schwefelsäure zuzuschreiben ist. Uebrigens muss ich bemerken, dass die Nelkenstengel viele Tage, so lange sie in den Farbstoff eingetaucht waren, ihr frisches und pralles Ansehen behielten, ebenso auch die *Pelargonium*-Blätter, während *Lathyrus odoratus* schon nach einer Stunde vollständig welkte und bei *Tradescantia* nach einem Tage die zartwandigen Zellen zum Theil collabirten.

Ein ungemein schönes, klares Bild giebt der Querschnitt durch das Nelkenblatt. Hier ist alles Chlorophyllgewebe noch am vierten Tage vollständig prall und frisch und weder in den Wandungen noch im Inhalt vom Farbstoff das allermindeste zu sehen.

3) *Tradescantia*-Stengel.

Die Nerven scheinen zum Theil an Stengeln und Blättern mit blauer Farbe durch; das blosse Auge sah auch auf der Blattoberseite nach 20 Stunden einen blaulichen Metallglanz, von der Färbung des grosszelligen Parenchyms herrührend. Der Querschnitt zeigte unter dem Mikroskop den Farbstoff in den Gefässbündeln und von da aus äusserst diluirt in die grossen Parenchymzellen des Blattes übergetreten, besonders in die grossen Pallisadenzellen der Oberseite.

Aufnahme des Kirschsaftes.

An allen genannten grünen Pflanzentheilen trat eine blasse, meist gelbliche, selten röthliche Färbung ein, besonders an den Nerven, Knoten und ganz jungen Blättern. Die Vertheilung des Farbstoffes als blassrother Zellinhalt war genau die nämliche wie beim blauen Farbstoff, so dass alles chlorophyllhaltige Gewebe noch am vierten Tage keine Spur der Aufnahme zeigte. Die Färbung der chlorophyllfreien Gewebe, sowohl der Zellenwände als des Zelleninhaltes, ist überall nur schwach, aber deutlich genug.

III. Aufsteigen des Saftes im Stamm und in den Zweigen der Holzpflanzen.

Es ist neuerdings wieder mehrfach die alte Ansicht ausgesprochen worden und man hat sie zu begründen gesucht: dass der Saft der Holzpflanzen im Holz emporsteige. In dieser Allgemeinheit ausgesprochen ist der Satz geradezu falsch, wie sich leicht nachweisen lässt.

Dass ein so ausgezeichneter Physiolog wie Julius Sachs der genannten Ansicht in seinem schönen Lehrbuch eine Stelle eingeräumt hat, liegt wohl nur daran, dass er selbst keine Versuche über diesen Gegenstand angestellt hat; nur setzte uns die Bemerkung in Erstaunen, als ob jeder heutige Physiolog obigen höchst oberflächlich begrenzten und begründeten Satz als Gesetz anerkenne.

Zuerst müssen wir hier die Behauptung voranschicken, dass Versuche mit rohen, trocknen Hölzern gar nichts beweisen für das Aufsteigen des

Saftes im lebenden Holz. Nur Versuche mit lebenden Hölzern haben Werth. Das lebende Holz ist mit einer schwer oder gar nicht durchlässigen Rindenschicht bekleidet, welche ausserordentlich grossen Einfluss auf die Saftströmung gewinnen muss; die lebenden Zellen sind aber auch in einem Zustand bezüglich der Diffusion (inclusive Flächenanziehung oder Capillarität), welche jeden Vergleich ganz unstatthaft macht. Ebenso unbrauchbar sind in der Anwendung auf die lebende Pflanze die Safteinpressungen unter höherem Druck als den der Atmosphäre, weil hier bei der lebenden Pflanze die verschiedenen Gewebe dem Druck in ganz verschiedener Weise resistiren.

Um aber selbst Solchen, welche auf Versuche mit todtem Holz Schlüsse für die lebende Pflanze zu gründen geneigt sind, gerecht zu werden, habe ich eine Versuchsreihe mit solchen Hölzern vorgenommen. Ich schnitt acht Würfel aus Kiefernholz von 2,5 Centim. Höhe. Es liegt auf der Hand, dass solche den Saft nicht gleichmässig von unten nach oben führen werden. Legt man sie ohne Weiteres mit einer ihrer Flächen in eine farbige Lösung, so wird die Lösung nicht in bestimmten Niveaus aufsteigen, sondern sie zieht sich zunächst an der Aussenfläche empor, bedeckt bald die Endfläche und dringt nun von allen Seiten in's Innere vor. Bei der lebenden Pflanze kann das Aufsteigen nur im Innern geschehen: es ist also der Vergleich ganz unstatthaft, namentlich bezüglich der Zeit, innerhalb welcher eine bestimmte Höhe erreicht wird.

Ich legte deshalb zuerst nur 4 der betreffenden Holzwürfel auf einen Teller, so dass die Unterseite von der blauen Flüssigkeit benetzt wurde. Die Holzstücke wurden, eins mit der Unterfläche, eins mit der radialen Fläche, eins mit der äusseren Tangentialfläche, eins mit der inneren Tangentialfläche eingetaucht.

Natürlich war schon nach einer Stunde jeder Würfel ringsum gefärbt. Nach etwa 12 Stunden war die Farbe fast gleichmässig von allen Seiten in's Innere vorgedrungen, namentlich war sie oben und unten um das nämliche Maass vorgerückt. Am Hirnholz (senkrecht stehend) ging das Eindringen etwas rascher und vollständiger vor sich als an der radialen Fläche; am langsamsten aber von der äusseren Tangentialfläche her. Natürlich ist die Färbung nie absolut gleichmässig, selbst bei der glattesten Bearbeitung der Flächen bleiben geringe Ungleichheiten übrig. Am sechsten Tage zeigten sich alle Hölzer bis in's Innere tief gefärbt, aber so, dass die Intensität des Colorits von aussen nach innen abnahm. Ferner zeigten sich bei allen folgende Differenzen des Gewebecolorits: 1) Die stark verdickten Theile des Ringes waren weit tiefer gefärbt, als das Frühlingsholz. 2) Die Markstrahlen erschienen auf dem Radialschnitt als weit intensiver gefärbte Striche.

Diese beiden Daten haben, nur mit dem an der lebenden Pflanze

Beobachteten verbunden, insofern Interesse, als sie zeigen, dass hier 1 die Imbibition der Zellwände eine überwiegende Rolle spielt und dass 2. die Markstrahlen als horizontale Saftleiter angesehen werden müssen. Beides wird durch die phytotomische Untersuchung des gefärbten Holzes bestätigt. Die meisten Zellen sind lufterfüllt, es kommt also die blaue Färbung meist nur auf Rechnung der stark imbibirenden Zellenwände. Daraus folgt, dass im stark verdickten Herbstholz die Färbung stärker hervortreten muss. Die Markstrahlen imbibiren nicht minder lebhaft und führen den Saft an Stellen, wo das Holzgewebe noch ganz frei von Farbstoff ist.

Diesen Versuchen gegenüber ist die Saftaufnahme der lebenden Pflanze einerseits im Nachtheil, andrerseits im Vortheil. Im Nachtheil ist sie, insofern im lebenden Holz der Saft nicht an der Aussenfläche emporsteigen kann, im Vortheil aber durch die Verdunstung, welche den Saftstrom gewaltig verstärken muss. Da bei dem lufttrocknen Holz die Zellen lufterfüllt sind, so kann lange Zeit die Verdunstung gar keine oder sehr geringe Bedeutung haben; diese tritt in hohem Grade erst hervor bei völliger Tränkung des Holzes, wo dann die Luft allmählich verdrängt wird. Im lebenden Holz befinden sich aber nur in den inneren Lagen älterer Bäume grössere Luftmengen im Innern der Zellen und die Wände sind dort stets mehr oder weniger imbibirt.

Will man nun die Aehnlichkeit zwischen lebendem und lufttrocknem Holz in höherem Grade herstellen, so muss man erstlich die Seitenflächen der Würfel durch einen Ueberzug undurchdringlich machen. Ich wählte dazu einen dünnen Wachsüberzug, womit ich die vier noch übrigen Würfel überzog, nur die einzutauchende Seite und die ihr gegenüberliegende frei lassend.

Bei diesem Versuch kommt fast allein die Capillarität in Frage, was beim frischen oder mit Wasser getränkten Holz unmöglich ist. Das Aufsteigen des Farbstoffs findet hier, wie sich erwarten liess, weit langsamer statt als in den ersten Versuchen. Am 7. Tage stand in drei Würfeln die Flüssigkeit nur 5 Mm. hoch; nur in dem Würfel, wo das Hirnholz (der Querschnitt) eingetaucht war, war sie, aber ganz ungleichmässig, etwas höher gestiegen, so dass man das eigentliche Niveau doch nicht viel höher als 5 Mm. annehmen durfte. Das ist ja aber auch ganz begreiflich. Es fehlt hier in der Verdunstung die mächtig hebende Kraft so lange, bis das ganze Holz getränkt ist. Die Capillarität hat in der lufterfüllten Zelle bedeutende Hindernisse zu überwinden; sie muss die Luft vor sich hertreiben, welche ihrerseits keine offnen Wege findet, sondern von Zelle zu Zelle weiterwandern und die benachbarte Luft verdrängen wird. Dass das äusserst langsam von Statten gehen wird, ist begreiflich. Nun bedenke man aber, um die Mitwirkung der Capillarität

richtig zu würdigen, dass in Bezug auf ihre Bahnen die lebende Pflanze sich in dem nämlichen Zustande befindet, in dem die Wachsschicht durch die undurchlässige Rinde ersetzt wird. Das ist aber fast der einzige Vergleichspunct, denn das Holz der lebenden Pflanze ist nicht trocken, sondern mehr oder weniger mit Feuchtigkeit geschwängert. Dass auch in diesem Fall die Imbibition vorzugsweise dem Faserverlauf des Holzes und der Markstrahlen folgte, bedarf kaum der ausdrücklichen Erwähnung. Bemerken muss ich noch, dass in allen Versuchen das Mark farblos blieb.

Es leuchtet nun ein, dass eine auch nur annähernd vollständige Analogie zwischen lebendem und todtem Holze sich gar nicht herstellen lässt, denn auch bei mit Wasser getränktem Rohholz ist der Vergleich nicht minder schief als bei dem trockenen. Es dürfte sich auch kaum ein passendes Schutzmaterial für die Aussenflächen des getränkten Holzes vorfinden lassen.

Es nahm mich indessen Wunder, dass die Versuche mit Kiefernholz, welches 24 Stunden mittelst darauf gelegter schwerer Körper unter Wasser gehalten war, ein von dem der obigen Versuche nicht so sehr verschiedenes Resultat ergaben, wie ich erwartet hatte. Nachdem das Hirnholz 48 Stunden mit dem Farbstoff in Berührung gewesen, zeigte sich derselbe im Innern nur bis zu einer Höhe von 2 Centimeter, indem er, in den Fasern aufsteigend, durch die Markstrahlen horizontal verbreitet war. Einzelne Fasern hatten ihn jedoch weit höher geführt.

Es versteht sich wohl von selbst, dass diese Wirkung nicht mehr als Capillarität aufzufassen ist, welche gewiss den allergeringsten Theil daran hat. Es wirken namentlich: 1) Die Imbibition der Zellenwände und 2) die Diffusion, in diesem Fall sich äussernd in der Mischung des Farbstoffs mit dem Wasser. Beide Umstände wirken aber in der lebenden Pflanze analog.

Bevor wir nun auf das lebende Holz übergehen, halte ich einen Vergleich mit dem krautigen Stengel für unerlässlich und möchte daher die Aufmerksamkeit der Leser nochmals auf den Nelkenstengel zurückleiten.

Figur 4 zeigt ein Stückchen aus dem Querschnitt Figur 1 bei 160-facher Vergrösserung. Von der Linken zur Rechten sieht man zunächst die Oberhaut (*e p*) mit ihrer dicken Cuticula (*c*) tief blau gefärbt. Darauf folgt ein grünes Parenchym, in welches auch nicht die geringste Spur des Farbstoffes eingedrungen ist (*c h*) und zwar, was wohl zu beachten, weder in das Lumen noch in die Zellwand. Es folgt eine Prosenchymschicht (*b p r*), ein anfangs radial gestrecktes Parenchym, welches durch kürzere, bald polygonale Zellen in die Cambialschicht (*c b*) übergeht. Auf diese folgt nach innen ein kleinzelliger Holzring (*h p r*), welcher die grossen Gefässe in radialen Gruppen (*s p*) einschliesst. Dieser ganze Cylinder, vom äusseren bis zum inneren Parenchym, oder, mit anderen Worten, das cylindrisch abgeschlossene Gefässbündel, ist tief blau gefärbt.

um so dunkler, je stärker die Zellenverdickung. Das Mark (*m*) ist völlig farblos. Der Farbstoff ist also von der Epidermis und von allen Theilen des Gefässbündels aufwärts geführt. Nur Chlorophyllgewebe und Mark sind frei geblieben. Vergleicht man diese Gewebetheile mit dem Stamm eines Holzgewächses, so entspricht die Chlorophyllschicht (*ch*) der primären Rinde, die äussere Prosenchymschicht dem Bast oder mit dem darauf folgenden Parenchym der secundären Rinde, die innere Prosenchymschicht dem Holz.

Sehen wir nun, wie diese Theile des lebenden Holzkörpers sich zum Farbstoff verhalten.

Die Versuche wurden auch hier mit Kirschsaft und Indigo-Schwefelsäure an den nämlichen Hölzern angestellt. Die Vertheilung des Farbstoffes war in beiden Fällen genau dieselbe und in der Geschwindigkeit des Aufsteigens zeigte sich nur ein geringer Unterschied.

Weidenholz, abgeschnittene Zweige.

1) Zweijähriges Holz, unten und oben senkrecht zur Achse abgeschnitten. Der Saft stieg hier wie in allen Fällen anfangs nur im Cambialring empor und legte in 2½ Stunden einen Weg von nur 4 Centimeter zurück. Nur an einzelnen Puncten des Cambialringes war er bis auf 9 Centimeter gestiegen. Erst nach etwa 24 Stunden verbreitete sich der Saft vom Cambium nach innen durch die Markstrahlen, aus denen er dann im Holz emporstieg, aber hier nur langsam sich verbreitend.

2) Zweijähriger Weidenzweig mit Ausschnitten von ½ Zoll Höhe, in Abständen von einem Zoll, so angebracht, dass die 5 Ausschnitte den ganzen Umfang in Gestalt einer Schraubenwindung einnehmen und jeder eine Breite von etwa 72° zeigt. Diese Ausschnitte gehen nur bis auf das Cambium, sind also eigentlich blosse Schälungen, wobei das Cambium möglichst geschont wurde.

In ziemlich kurzen Pausen beobachtete ich das Erscheinen des Farbstoffes auf einem Ausschnitt nach dem andern. Zuerst sah man die untere Grenze blau (resp. roth) gefärbt. Der Farbstoff zog sich im Cambium aufwärts und hatte nach 2½ Stunden die Höhe von 12 Centimeter, d. h. den obersten Ausschnitt, erreicht. Es war also im Verhältniss zum vorigen Beispiel eine beträchtliche Beschleunigung bemerklich, welche ich sogleich der Verdunstung an der Schnittfläche zuschreiben zu müssen glaubte und deshalb den Zweig inwendig untersuchte. Es zeigte sich, dass der Farbstoff in den oberen Schälungen bloss an der geschälten Stelle sich durchs Cambium emporgezogen hatte und sich von hier ziemlich rasch durch den ganzen Cambiumring, langsamer nach innen vermittelst der Markstrahlen verbreitete. Mark und die grüne Rinde blieben auch hier nach mehrtägiger Circulation des Farbstoffs völlig frei.

3) Zweijähriger Weidenzweig, an einer Seite der ganzen Länge nach

bis auf das Cambium angeschnitten, d. h. so, dass ein schmaler Streif herausgelöst wurde. Nach 2½ Stunden war der Saft auf 28 Centimeter Höhe gestiegen, zunächst nur im Cambium und nur an der Schnittfläche, wo die starke Verdunstung den Strom beschleunigte. Der Strom verbreitete sich allmählich mittelst der Markstrahlen nach innen und seitlich durch den ganzen Cambialring.

4) Ein Weidenzweig ward nahe dem unteren Ende möglichst fest mit einem starken Bindfaden zusammengeschnürt, darüber die Rinde zum Theil entfernt. Die Einschnürung hinderte nicht, dass in 2½ Stunden sich die Flüssigkeit auf dieselbe Höhe erhob wie im vorigen Versuch und zwar bis dahin nur im Cambium verlaufend, von wo erst allmählich ein Erguss in's Holz stattfand.

5) Ein einjähriger, stark verzweigter Weidenzweig wurde, oben unverletzt, in die Flüssigkeit gesetzt. Der stark mit Knospen besetzte Zweig hob, nur im Cambium, die Flüssigkeit in 2½ Stunden bis auf 20 Centim., doch war der Ring nur bis 15 Centim. Höhe ringsum gebläut. Erst weit später ergoss sich die Flüssigkeit in's Innere.

Dieser Versuch ist wohl ein noch besserer Beweis als die beiden vorigen für die Beschleunigung der Bewegung durch die Verdunstung. Das einjährige oder zum Theil noch jüngere Holz unterhielt natürlich durch die zarte Rinde einen noch starken Verdunstungsprocess, der beim mehrjährigen Holz fast auf Null herabsinkt. Man sieht daraus übrigens, dass die Verdunstung im Winter keineswegs ganz aufhört.

6) Ein ganz ähnlicher Zweig wie der vorige wurde in die färbende Flüssigkeit gestellt, nachdem er 24 Stunden in reinem Wasser gestanden hatte. Die Flüssigkeit hob sich in 2½ Stunden nur um 5 Centimeter, ein neuer Beweis für den Einfluss der Verdunstung, denn der mit Wasser gesättigte Zweig musste eine geringere Absorptionsfähigkeit zeigen, als der frisch abgeschnittene.

Die nämlichen Versuche wurden mit Pappeln, Erlen, Kastanien, Fichten und Kiefern vorgenommen und im Allgemeinen mit ganz demselben Erfolg, d. h. es stieg in den ersten Stunden der Saft ausschliesslich im Cambium in die Höhe und verbreitete sich von hier aus allmählich mittelst der Markstrahlen im Holz.

Bei Pappelzweigen stieg der Saft langsamer als bei der Weide, noch langsamer im Erlenholz. Nur bei einem auf eine längere Strecke geschälten dreijährigen Erlenzweig stieg die Flüssigkeit in 3 Stunden auf 29 Centimeter.

Die Coniferenhölzer leiteten den Saft weit energischer, vermuthlich nur deshalb, weil sie mit den peripherischen Vegetationsorganen (Nadeln) bedeckt waren und daher energischer verdunsteten.

Ein unverletzter Fichtengipfel leitete den Saft in $2^1/_2$ Stunden in die äusserste Spitze, d. h. in eine Höhe von 28 Cm. Dabei war nur ganz unten der Saft auf wenige Centim. Höhe in's innere Holz übergetreten; die ganze übrige Höhe beschränkte er sich noch auf's Cambium, erst allmählich von da in's Holz sich ergiessend.

Ein Pappelzweig wurde bis in den Holzkern hinein in einer Höhe von 16 Cm. geschält, so dass hier auf etwa 2 Zoll das Cambium fehlte. Es dauerte 12 Stunden, bevor der Farbstoff über den unteren Rand der Schälung emporstieg; auch jetzt geschah es nur an einer Stelle, wo ein unvollständiger Cambialstrang durch Unachtsamkeit sitzen geblieben war, und von diesem Streifen aus erhob sich der Farbstoff in den Cambialring über der Schälung.

Ein Zweig von *Acer campèstre L.*, dreijährig, wurde in 20 Cm. Höhe ringsum so tief eingeschnitten, dass nur ein kleiner Theil des Kerns übrig blieb. Nach etwa 4 Stunden war der untere Cambialrand des Schnittes gebläut, aber erst nach 24 Stunden war die Bläuung oberhalb des Einschnittes, durch das Holz vermittelt, eingetreten.

Ehe wir nun auf eine genauere Untersuchung des imbibirten Holzes eingehen, heben wir nochmals als Hauptresultat aller Versuche hervor, dass bei unverletzter Rinde der Saft niemals im Mark und in der Rinde sich verbreitet. Nur an den absichtlich den Hölzern beigebrachten Wunden tritt der Saft an der Wundfläche in die Rinde über und wir werden später sehen, in welche Elemente der Rinde er sich ergiesst. Ferner ist noch hervorzuheben, dass der Saft ganz besonders stark nach denjenigen Stellen sich hinbewegt, wo dünne Zweige ihren Ursprung nehmen. In einjährigen Zweigen steht sehr bald der Saft bedeutend höher, als in dem zweijährigen Holz, von dem sie entspringen, was natürlich auf Rechnung der stärkeren Verdunstung kommt.

Bei der phytotomischen Untersuchung zeigt das mit Farbstoff erfüllte Holz eine ausserordentliche Uebereinstimmung mit dem grünen Stengel krautiger Pflanzen bezüglich der Vertheilung des Farbstoffes. Derselbe dringt nämlich auch hier niemals in die Chlorophyllzellen ein; überhaupt bleibt unter gewöhnlichen Verhältnissen die ganze Rinde vom Farbstoff unberührt. So zeigt der Durchschnitt durch den einjährigen Fichtenzweig (Fig. 7) Rinde und Mark (Fig. 7 *r* und *m*) in ihrer normalen Färbung. Die durch den Cambiumring (*cb*) eingetretene Farbe verbreitet sich von hier aus nur nach innen und oben.

Wir haben schon gesehen, dass das Aufwärtssteigen ausserordentlich viel rascher von Statten geht als die Bewegung nach dem Centrum: Der Grund davon ist einfach der, dass bei dem Aufwärtssteigen des Saftes der Zellsaft selbst thätig ist, während bei der Bewegung nach innen lediglich die Imbibition der Zellenwände in Betracht kommt. Es ist also die auf-

steigende Bewegung als Diffusionsbewegung oder diosmotische Bewegung im engeren Sinne des Wortes; die Bewegung des Saftes nach innen dagegen als Imbibitionsbewegung aufzufassen. Da nun die Imbibition eigentlich ebenfalls zu den Diffusionserscheinungen gerechnet werden muss, so ist der alte Satz, den man neuerdings so gern wieder auffrischen möchte: dass der Saft durch Capillarität aufsteige als durchaus falsch zu bezeichnen. Das eigentliche Aufsteigen des Saftes kommt lediglich durch die Diffusion im Cambium von Zelle zu Zelle zu Stande, während das Holz gewissermassen als Wasserreservoir zu betrachten ist, welches beständig kleine Quantitäten von Flüssigkeit aufnimmt, um in den Zeiten des Wassermangels als Vorrath zu dienen.

Dieses Verhältniss tritt ganz rein beim homogenen Holz der *Coniferen* hervor, welche keine Gefässe im Holz ausbilden. Hier haben wir nur zwei Elemente in's Auge zu fassen: die Holzbündel und die Markstrahlen.

Obschon der farbige Saft sich in radialer Richtung im Holz verbreitet, so kann man doch nicht sagen, dass ausnahmslos diese Verbreitung vorzugsweise durch die Markstrahlen vermittelt werde. Es steigt vielmehr der Saftstrom weit rascher, auch im Holz, senkrecht empor, als er durch den Markstrahl nach innen fortgeleitet wird; ja, der Strahl leitet, ebenfalls nur durch Imbibition, den Saft oft nicht rascher als die Zellen des Holzbündels in radialer Richtung. Daher kommt es, dass bisweilen an einzelnen Stellen ein innerer Jahresring schon gefärbt erscheint, während der ihn umschliessende noch gar nicht oder nur im äusseren Theil gefärbt ist. Figur 6 zeigt einen zweijährigen Weidenzweig in natürlicher Grösse im Querschnitt. Die Rinde (*r*) ist grün geblieben; der Ring des zweiten Jahres (i^2) ist aussen vom Cambium aus tief blau gefärbt, während der innere Theil desselben noch weiss erscheint. Trotzdem ist der erste Jahresring im äusseren Theil (i^1) sehr intensiv gefärbt. Tiefer unten am Zweig geführte Schnitte zeigten, dass dort schon beide Jahresringe gefärbt waren und dass das Herbstholz in den Wänden seiner stark verdickten Zellen den Saft rascher aufwärts geleitet hatte als das Frühlingsholz, ein Vorkommen, welches ich in zahlreichen Fällen bestätigt fand und welches um so mehr dafür spricht, dass die Imbibition der Zellenwände hier die leitende Kraft ist. Ich glaube überhaupt nach meinen Erfahrungen annehmen zu dürfen, dass die blosse Imbibition um so energischer von Statten geht, je dicker die Zellenwände sind und schon daraus mag es sich erklären, dass die Zellen der Markstrahlen oft selbst in der radialen Leitung hinter denen des Holzes zurückbleiben.

Das Coniferenholz treibt stets aus der Schnittfläche des aufsaugenden Holzes, wenn eine solche (obere) vorhanden, aus den grossen Harzbehältern (*h* Fig. 7) das Harz hervor, was wir dem Druck der Cambialzellen

glauben zuschreiben zu müssen, worüber bezüglich der Gefässe das Weitere mitgetheilt werden soll. Alle mit Gefässen begabten Hölzer bieten eine wesentlich andere Ansicht auf dem Querschnitt dar, nachdem sie eine Zeit lang im Farbstoff standen.

Es unterliegt nämlich, wie man sich leicht überzeugen kann, gar keinem Zweifel, dass die meisten Zellen der homogenen Hölzer ausserhalb des Cambialringes auch nach der kräftigsten Imbibition Luft führen. Haben die Zweige tagelang im farbigen Wasser gestanden, in welches sie frisch vom Baum eingesetzt wurden, so kann man sie wohl als mit Flüssigkeit gesättigt ansehen. Nun zeigt aber jeder etwas grobe Längsschnitt fast alle Zellen mit Luft angefüllt und nur sehr selten sieht man den farbigen Saft, wie immer in den Cambialzellen, als Zelleninhalt auftreten. Wir wollen nicht gerade behaupten, dass die Capillarität als Bewegungsursache des Saftes von Zelle zu Zelle hier ganz wegfalle, jedenfalls aber spielt sie eine unbedeutsame Rolle im Verhältniss zur Imbibition. Wir dürfen bei dieser Gelegenheit der Harzgänge des Holzes nicht ganz unerwähnt lassen. Meist sind sie mit Harz angefüllt; wenn sie aber leer sind, so füllen sie sich begierig mit dem farbigen Saft und spielen nun eine ähnliche Rolle wie die Gefässe der übrigen Hölzer. Es drängt sich nämlich von den safterfüllten Gängen aus der Saft auch in die benachbarten Zellengruppen und namentlich bei einem frischen Schnitt fliesst er an der Schnittfläche in diese hinüber.

Ganz das nämliche findet in den Gefässen statt. Diese saugen sich stets voll und verbreiten den Saft in das umliegende Gewebe, wie man bei den Querschnitten der Weidenzweige Figg. 5. 6 deutlich sieht. Bei einem im Farbstoff eingetauchten angeschnittenen Zweig treten aus den Gefässen Tröpfchen hervor, welche sich über den Schnitt verbreiten und der Zweig thränt trotz der fortgesetzten Verdunstung, woraus hervorgeht, dass auch die Cambialzellen eine Diffusionskraft besitzen. Dass diese in ihrer Wirkung um so schwächer ist, je höher man am Stamm hinaufsteigt, bedarf keiner besonderen Erklärung, sondern folgt einfach aus den gegebenen Raumverhältnissen. An der Stammbasis summirt sich die Wirkung zahlloser Wurzelspitzen, welche durch ihr Cambium die Säfte in das Cambium des Stammes hinauftreiben. Die Cambialmasse der Wurzel ist noch bedeutend im Verhältniss zur Holzmasse derselben, welche wir als träge, widerstandsfähige Masse ansehen müssen, da sie wenigstens die Kraftsumme nicht vermehrt. Je höher wir aber am Stamme hinaufrücken, um so ungünstiger wird dieses Verhältniss zwischen kraftäussernder Masse und todter Holzmasse, denn zu beiden Kraftmassen fügen sich beständig die nämlichen Summanden und die Summanden des Holzes sind bedeutend grösser als die des Cambiums. Es bedarf also die Abnahme der sogenannten Wurzelkraft mit der Höhe gar keiner besonderen Erklä-

rung und es giebt gar keine Wurzelkraft, sondern nur eine Cambialkraft.

Da die Leitungsfähigkeit der Markstrahlen eine sehr verschiedene ist bei verschiedenen Hölzern, so folgt daraus von selbst, dass die Imbibition des Holzes sehr verschiedene Bilder hervorrufen wird. Im Allgemeinen muss man jedenfalls die Markstrahlen als die radialen Leitzellen betrachten, aber während diese Leitung z. B. bei den Weiden (Fig. 5 *m st*) so langsam von Statten geht, dass die Strahlen nur selten radial dem Holze vorauseilen, ist dieses bei dem Holze der Schwarzpappel immer der Fall und man sieht hier im schwach imbibirten Holze nur die Strahlen gefärbt.

Wir haben nun zunächst noch die Frage zu beantworten: Wie verhält sich das Gewebe in seinen einzelnen Elementen der Saftströmung gegenüber. Diese Frage kann nicht ganz allgemein beantwortet werden, sondern wir müssen die einzelnen Gewebetheile bei verschiedenen Pflanzen in's Auge fassen.

Was zunächst das chlorophyllhaltige Gewebe anlangt, so bleibt es stets völlig frei von der Färbung, wenn es nicht verletzt ist. An der eingetauchten Fläche so wie an jeder Schnittfläche tritt der Saft in die Rinde ein. Auch hier aber berührt er meist die Chlorophyllzellen kaum, sondern dringt in die chlorophyllfreien Gewebe.

So zeigt Fig. 8 einen Querschnitt durch einen imbibirten Weidenzweig. Das Chlorophyllgewebe (*ch*) ist ganz farblos geblieben. Der Schnitt ist dicht unter einer äusseren Verwundung geführt, daher erscheinen die Bastbündel (*bb*) lebhaft blau gefärbt, obgleich die Markstrahlen *m str* innerhalb der Rinde noch keinen Farbstoff führen.

Bei der Weide tritt nämlich ohne Verletzung der Farbstoff niemals in die Gewebetheile der Rinde. Bei anderen nahverwandten Hölzern, so bei Erle und Pappel, bewegt sich der Farbstoff langsam durch den Rindentheil der Markstrahlen in die Rinde und färbt hier zunächst nicht nur die Bastbündel, sondern häufig auch das chlorophyllfreie Füllgewebe. Die Bastbündel der Pappel saugen sogar auf Schnittflächen den Farbstoff nicht immer auf, während die der Erle langsam vom Markstrahl her oder, bei Verwundungen, von unten oder oben den Farbstoff aufnehmen.

Auch bei der Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum L.*) begiebt sich sehr langsam der Saft aus den Markstrahlen in die Bastbündel, ohne andere Rindentheile zu färben. Bei *Acer campestre L.* dringt der Farbstoff nicht bloss in die Bastbündel, sondern in das ganze chlorophyllfreie Gewebe der Rinde ein.

Von nicht geringem Interesse scheint es mir zu sein, dass bei der Erle (*Alnus glutinosa Gaertn.*) der Farbstoff sich in das Gefässbündel der männlichen Blüthenspindel ergiesst, von dieser aus sich in die Gefäs-

bündel der Blüthenstielchen und sogar bis in die Pollenmassen begiebt. In ähnlicher Weise aber mit weit geringerer Energie wurde der Saft auch in die weibliche Blüthe geführt. Bei *Aesculus hippocastanum* konnte ich nach achttägigem Eintauchen in der Blüthenknospe noch keinen Farbstoff nachweisen.

Aber auch in die Laubknospe ergiesst er sich bei *Alnus*. Es sind auch hier alle Gefässbündel gefärbt und ganz besonders intensiv sämmtliche sehr dickwandigen Haare, welche den Saft von der Rückseite der Blattnerven her zu erhalten scheinen.

Von besonderem Interesse erschien mir die Aufnahme des Farbstoffs durch die Nadeln der Kiefer. Die Aufsaugung der Farbstoffe aus dem Cambium des Stammes in die Gefässbündel der verkürzten Nadelzweiglein und in die centralen Gefässbündel der Doppelnadeln selbst (*cb* Fig. 9) lässt sich leicht durch eine zweckmässige Folge von Querschnitten nachweisen. Anfänglich erscheint dabei die Nadel von aussen ganz unverändert in der Farbe. Die sämmtlichen Elemente des Gefässbündels saugen in gleicher Stärke den Farbstoff auf, aber, wie überall, befindet er sich im Zellsaft nur bei den beiden Cambialbündeln (*cb* Fig. 9) des doppelten centralen Gefässbündels, während im Holzbündel (*h pr* Fig. 9), im Füllgewebe (*p* Fig. 9) und in der aus eiförmigen Zellen bestehenden Kernscheide (*k s*) nur die Wände sich färben. Das Chlorophyllgewebe (*ch*) bleibt ganz unverändert.

Das Kieferblatt ist bekanntlich von einer sehr dickwandigen Oberhaut (*ep* Figg. 9. 10) umschlossen. In unmittelbarer Nähe derselben sieht man einige Harzgänge, bestehend aus einem Kreis von Bastzellen (*h g* Fig. 9), welche einen Hohlraum umschliessen. In diesem befinden sich an der Peripherie, wie man in Fig. 9, *hg* wahrnimmt, die zartwandigen Absonderungszellen, welche das Harz in den Gang hinein ergiessen. Dieser Harzgang endigt sowohl im untersten Blattende, wie Fig. 10, *hg* zeigt, als auch dicht unter der Blattspitze in ein geschlossenes Bastbündel ohne centralen Gang. Der Saft steigt nun im centralen Gefässbündel bis in die Blattspitze und kehrt von hier durch die Epidermis (*ep* Figg. 9. 10) und die Bastbündel (*hg* Fig 9, 10) zur Blattbasis zurück, wo er sich natürlicherweise in die Rinde hinein weiter verbreiten kann. Es wird also durch diese Beobachtungen höchst wahrscheinlich, dass zwischen den Blättern und der Rinde durch Vermittelung der Bastelemente eine Wechselbeziehung stattfinde, eine Ansicht, die ja in einiger Modification schon auf ganz verschiedenem Wege begründet worden ist.

Eine vollkommene Bestätigung dafür ergab die Untersuchung der imbibirenden Fichtenzweige. Am ersten Tage zeigte sich in den Nadeln nur das centrale Gefässbündel imbibirt, die Oberhaut war noch farblos. Im Fichtenblatt zieht sich bekanntlich zu beiden Seiten des Gefässbün-

dels, durch Chlorophyllgewebe von ihm getrennt, je ein durch Bastzellen eingeschlossener Harzgang herab. Im unteren und oberen Theil des Blattes hört dieses Bastbündel ganz auf. Der gefärbte Saft zog sich nun, weit langsamer als bei der Kiefer, aus dem Gefässbündel durch die Blattspitze abwärts in die Baströhren des Harzganges und in die ganze Oberhaut, so dass endlich, aber weit später als bei der Kiefer, die Blätter schon dem blossen Auge gebläuter schienen.

Wie verhält es sich nun mit der Aufnahme der Farbstoffe durch das Plasma? Offenbar ganz verschieden je nach der Natur des Plasmas. Das Plasma der Pilze nimmt z. B. den Farbstoff der Fruchtsäfte begierig auf, wie wir später noch ausführlicher mittheilen, wogegen sich nicht läugnen lässt, dass das Plasma der chlorophyllbildenden Zellen manche Farbstoffe nicht aufnimmt. Diese Eigenthümlichkeiten sind im Einzelnen, nicht in Bausch und Bogen zu untersuchen und abzuurtheilen. Jede aprioristische Behauptung ist hier geradezu lächerlich.

Ergüsse von abnormen Säften haben nicht selten Trennungen des Gewebes zur Folge. Ob eine derartige Trennung überhaupt oder ob sie leichter oder schwerer und in welcher Richtung sie erfolgen könne, das hängt natürlich wesentlich von der Structur des Holzes ab.

Im Allgemeinen können wir die Regel aufstellen, dass die Trennungen in der Richtung der Achse und zwar gewöhnlich in peripherischen Flächen erfolgen. So trennen sich sehr leicht die einzelnen Jahresringe von einander; schwerer schon die Markstrahlen. Gewöhnlich findet auch der Erguss im Cambium, also parallel den Jahresringen statt. Derartige Trennungen finden um so leichter statt, je spaltbarer das Holz ist, daher findet man sie so häufig bei unseren als Bau- und Brennholz verwendeten *Coniferen*, dass C. SCHIMPER dadurch zu der irrthümlichen Behauptung veranlasst wurde, es sei das ein ganz normales Vorkommen.

Die Coniferen-Hölzer sind homogene Hölzer; sie bestehen nur aus Prosenchym-Keilen, durch schmale Markstrahlen getrennt; daher tritt bei ihnen der Unterschied der Jahresringe in den kälteren Klimaten einfacher und schärfer als bei jedem anderen Holze hervor. Daher löst sich ungemein leicht ein Theil des Kerns, oft so glatt heraus, dass man den herausfallenden Cylinder als gedrechselt betrachten könnte.

Fast immer gehen solchen Auslösungen Störungen in der Ernährung voraus, deren Bodenursachen verschiedenartig sein mögen. Sie zeigen sich bei den Coniferen zuerst in Harzergüssen. Das Harz füllt in solchen Fällen nicht blos die Harzgänge an, sondern tritt in allen Zellen auf, sie ganz ausfüllend und sich in die Intercellularräume ergiessend. Wo solche Ergüsse eine gewisse Höhe erreicht haben, da geben sie zur Trennung der Gewebe Anlass. In vielen Fällen geht aber den Auslösungen eine Gewebewucherung vorher.

Diese hat bei den Coniferen stets sehr grosse Aehnlichkeit mit der oben für das Ahornholz beschriebenen. Die Wucherungen, meist aus sehr grosszelligem Parenchym bestehend, dessen Zellen kubisch oder gleichmässig polygonal sind, sind nach innen durch einen Jahresring scharf abgegrenzt, während sie nach aussen allmählich wieder in Prosenchym und Markstrahlen übergehen, woraus hervorgeht, dass plötzlich in einem bestimmten Jahr eine Gewebestörung eingetreten ist, welche sich im Lauf des folgenden oder der folgenden Jahre allmählich verloren hat. Oft ist dabei der ganze innere Kern vollständig mit Harz getränkt.

Nicht selten wird schon die Vertheilung des stärker verholzten Prosenchyms in dem Herbstholz des vorhergehenden Jahres eine unregelmässige; man erblickt auf dem Querschnitt Verschiebungen des Herbstholzes, einzelne Partieen stark verdickten Prosenchyms von zarterem Holz umschlossen u. s. w.

Derartige Verschiebungen kommen übrigens auch in ganz regelmässiger Gestalt vor. Das Coniferenholz, welches Fig. 10 (Taf. IV.) im Querschnitt in natürlicher Grösse zeigt, verdanke ich der Güte des Herrn C. Schimper. Das Geigenholz H. meiner Sammlung zeigt genau denselben höchst merkwürdigen Bau. Durch eine Reihe von Jahresringen hindurch sieht man kleine zackige Ausbuchtungen der Ringe in bestimmten Abständen von einander, meist zwei dicht beisammen, wie Fig. 10 es andeutet. Unter dem Mikroskop sieht man die stärker verdickte Zone des Ringes plötzlich in einem spitzen Winkel nach innen vorspringen, wie man in Fig. 11 bei schwacher Vergrösserung sieht.

Das Holz bildet in dem einen Falle eine Auslösung, welche natürlich im Zickzack verläuft, übrigens aber mit der gestörten Ringbildung keinen ursächlichen Zusammenhang zeigt. Die Structur der Ausbuchtungen sieht man noch deutlicher in Fig. 12 (Taf. IV.) wo eine dergleichen bei 50-facher Vergrösserung gezeichnet ist. Bei *hh* sieht man das die Bucht bildende Herbstholz, bei *fh* das Frühlingsholz, im Querschnitt. Das Interessanteste bei dieser Bildung ist ein oft plötzliches Vorrücken des Markstrahles, so dass, wie man in Fig. 12 (Taf. IV.) sieht, das zwischen zwei bestimmten Strahlen liegende Herbstholz weit tiefer herabreicht wie das zwischen zwei benachbarten Strahlen liegende.

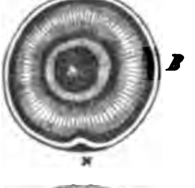
Selten ist das Holz auch in tangentialer Richtung etwas verschoben; bemerkenswerth erscheint der Umstand, dass die ersten Prosenchymzellen des Frühlingsholzes unmittelbar an der Ausbuchtung meist zwei, ja bisweilen drei Reihen von Tüpfeln zeigen.

Die Markstrahlen setzen ohne Unterbrechung und ungestört durch die scharf eingebuchteten harten Herbstringe hindurch; jedoch biegen sie sich zwischen je zwei Ringen sanft auf die Seite (Fig. 11 Taf. IV.), kleine Bogen

darstellend und bei Beginn des Herbstholzes sich einander wieder nähernd um im folgenden Ring einen ähnlichen Bogen zu beschreiben.

Schon dadurch, dass die Ausbuchtungen erst von einem bestimmten Jahresring ihren Ursprung nehmen, nach aussen immer zahlreicher und deutlicher auftreten und nach innen gerichtet sind, muss man auf die Vermuthung kommen, dass hier die Ursache nicht bloss im Boden und in der veränderten Ernährung liegt, sondern dass eine äussere Veranlassung vorliege. Welche Veranlassung das sei, lässt sich bei den dickeren mir vorliegenden Stücken von alten Bäumen durchaus nicht entscheiden, um so weniger, als der Splint und die Rinde hier vollständig fehlen.





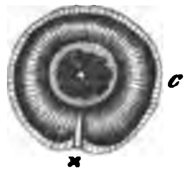


Fig. 13.

Eine Erklärung, die hier nicht zulässig sein dürfte, fand ich bei einem Auslösungsstück durchaus zutreffend. Der Auslösungs-Cylinder, Figur 13, welcher von C. SCHIMPER herrührt, hat sich im zweiten Jahr stielrund abgelöst und zeigt an der Ablösungsfläche sehr deutlich die Narben der Doppelnadeln (Fig. 13). Diese liegen in kleinen Längsfurchen. Auf dem Querschnitt durch eine solche Narbe sieht man das ganz homogene Holzbündel (*C Figur 13) horizontal keilförmig aus dem zweiten Jahresring hervorgestreckt. Dasselbe hat, wie * C Figur 13 zeigt, den Holzring etwas verschoben, so dass der Herbstring des zweiten Jahres hier eine kleine Bucht zeigt, welche sowohl äusserlich als mikrotomisch durchaus jenen oben geschilderten Ausbuchtungen gleicht.

Dicht über oder unter dem Knoten erhält man auf dem Querschnitt das Bild Fig. 13 B; man sieht nämlich die Ausbuchtung, ohne dass sie von dem Seitenbündel durchbrochen wäre.

Diese Erscheinung ist offenbar nichts weiter als der einfachste Fall der Maserbildung oder richtiger, der Spiegelfaser.

Es ist dann klar, dass jener complicirtere Fall in einer so häufig bei älteren Bäumen vorkommenden profusen Nadelbildung seinen Grund habe: doch spricht gegen diese Annahme erstlich die Thatsache, dass die Buchten von innen nach aussen an Tiefe zunehmen, zweitens die Höhe derselben, welche einen bis mehre Zoll, bei der Auslösung

aber nur wenige Millimeter beträgt, und endlich der Umstand, dass es mir nicht gelingen wollte, die Knotenbildungen, welche man als Ursache zu betrachten hätte, aufzufinden. Uebrigens kommen zweijährige Auslösungen mit Nadelnarben sehr häufig vor; doch ist die Nadelbildung natürlich nicht als die Ursache der Auslösung anzusehen. Als solche zeigen sich in allen Fällen Harzflüsse, oft mit Parenchymwucherungen verbunden. Die Wucherungen sind nichts weiter als plötzliche Erweiterungen der Markstrahlen. Es wird gewissermassen der ganze Jahresring plötzlich in Mark verwandelt. Es ist also derselbe Vegetationsprocess, der, wie MEYEN nachgewiesen hat, dann eintritt, wenn man vom Cambium entblösstes Holz luftdicht, etwa durch ein Glasrohr, abschliesst. Dann ergänzt sich der Jahresring durch eine Markwucherung, welche von den Markstrahlen ausgeht.

Zur Auslösung bedarf es übrigens nicht nur der in einer Wachsthumsstörung thätigen Ursache, sondern ausserdem äusserer Veranlassungen. Diese liegen vor Allem in den Bewegungen der Bäume. Die Stämme der höheren Bäume werden vom Winde gewiegt. Bei den meisten Dikotyledonen werden dadurch wegen der geringeren Spaltbarkeit in peripherischer Richtung keine Auslösungen hervorgerufen, wenn auch Gewebestörungen vorhanden sind.

Bei den Coniferen dagegen lockert das Wiegen der Stämme die peripherischen Lagen an allen den Stellen, wo abnorme Saftergüsse oder Gewebewucherungen stattfanden. Diese Ergüsse können auch an Stellen stattgefunden haben, welche früher äusserlich verletzt wurden und überwallten. Auch solche Störungen geben zu Auslösungen Anlass, wofür ich vortreffliche Belegstücke aufbewahre. Selbst Fäulniss des Kerns kann seine Auslösung begünstigen, wofür ich sehr schöne Beispiele von Fichten besitze.

Der Anlass der Auslösung ist aber fast ausnahmslos die Bewegung des Baumes im lebenden Zustand oder nach seiner Verarbeitung. Eine der schönsten Auslösungen, die ich je gesehen, fand sich im Innern eines Mastes, der über sechzig Jahre auf einem Schiff gedient haben sollte. Gerade dieses Auslösungsstück zeigte ausserordentlich starke Parenchymwucherung. Auf dem platten Querschnitt des vollkommenen Cylinders sieht man schon mit blossem Auge ausser einer dunkleren Grenzlinie einen auffallend dunkler gefärbten Jahresring. Ein dünner Querschnitt zeigt an der Stelle der beiden Ringe im ganzen Umfang des Holzes eine vollständige Unterbrechung des Gewebes. Die Markstrahlen winden sich von beiden Seiten unregelmässig hin und her, bis sie in dem Wucherparenchym der erwähnten Ringe verschwinden; die Holzzellen erweitern sich, nehmen verschoben viereckige Gestalt an und gehen, wie der Radialschnitt ausweist, in Parenchym über. Die Schicht des Wucher-

parenchyms selbst ist wie die angrenzenden Gewebetheile mit einem bald in grösseren Ballen, bald in Tröpfchen auftretenden, gelben bis gelbbraunen harzartigen Stoff erfüllt, welcher sich durch Auskochen in Alkohol und dann in Aether vollständig auflöst.

Wir haben schon früher gesehen, dass heftige Winde die Baumäste als Handhaben benutzen, um die Bäume zu drehen und zu schütteln. Es ist daher ganz begreiflich, dass man Auslösungen ausserordentlich häufig an Astwurzeln finde; ja diese Astauslösungen können die Lösungen der Stammschichten hervorrufen und jedenfalls wesentlich verstärken.

So sind Vorkommnisse wie das Fig. 14 dargestellte sehr häufig. Das Stück ist nur zolldick, auf der Rückseite mit Borke bedeckt.



Fig. 14.

Das Astloch *a* ist leer; der Ast offenbar nach gewaltsamen Erschütterungen abgebrochen, denn nach aussen ist das Loch fest geschlossen und überall mit Harz theils überzogen, theils ganz ausgefüllt. Theils die gewaltsame Bewegung, die den Ast abgebrochen, theils der dadurch erfolgte, durch starke Verwundung hervorgerufene Harzfluss hat das Holz des Stammes selbst in drei Schichten (1. 2. 3.) gespalten.

Solche Auslösungen sind, wie gesagt, sehr häufig. Gewöhnlich sind übrigens am Hauptstamme durch die Astverletzung keine eigentlichen Auslösungen eingetreten, vielmehr ist der Stamm nur in mehren peripherischen Schichten leichter spaltbar, so dass oft zur Verwunderung der Arbeiter das Holz beim Spalten oder Zersägen in mehre Tafeln zerfällt, welche ein Astloch umschliessen. Ebenso häufig fällt aus dem Innern des Coniferenholzes ein Kern heraus, von dem, ebenso glatt gedrechselt wie jener, mehre Astwurzeln ausgehen und mit ihm verbunden herausfallen.

Nochmals hebe ich aber hervor, dass diese Vorkommnisse, obzwar sie nicht selten sind, doch als etwas krankhaftes und nichts weniger als normales angesehen werden müssen.

Denjenigen Anlässen, welche die Auslösungen begünstigen, müssen wir ferner noch die Drehungen zurechnen.

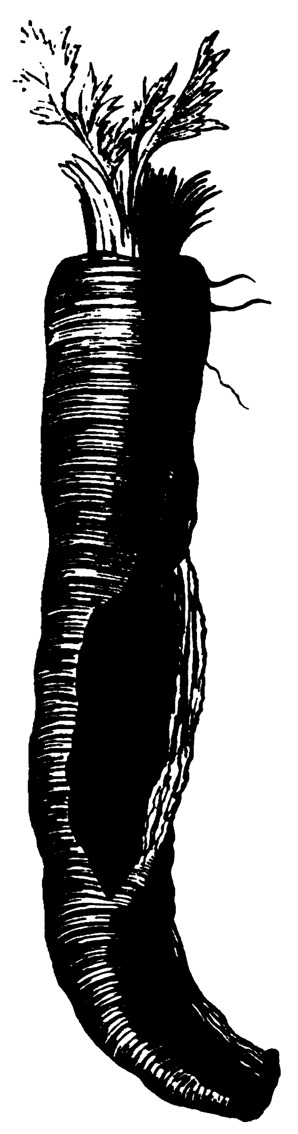


Fig. 15.

Diese haben ihre Ursache im Wachsthum des Baumes selbst. Wenn im gleichmässig angelegten Gewebe des Vegetationskegels später durch Streckung oder Verdickung der Zellen des Schnittes Ungleichheiten entstehen, wenn z. B. eine Ungleichheit zwischen Peripherie und Centrum oder zwischen verschiedenen peripherischen Lagen hervortritt, so muss nothwendig eine Drehung und Verschiebung der Gewebe stattfinden. Solche Ungleichheiten können einerseits durch den Boden veranlasst werden, wenn z. B. verschiedene Wurzeläste dem Stamm verschiedene Nahrungsquanta zuführen; andererseits aber werden sie sicherlich häufig durch ungleiche Vertheilung der oberirdischen Aeste und dadurch bedingte ungleiche Verdunstungs-Strömungen veranlasst. Es unterliegt nämlich gar keinem Zweifel, dass solche Drehungen oft erst sehr spät, lange nach der völligen Verholzung der Gewebe, eintreten, durch äussere Verhältnisse veranlasst.

In vielen Fällen wird die Maserbildung [1]) durch Bodeneinflüsse hervorgerufen, häufiger begünstigt; im Ganzen gehören aber die Maserbildungen zu den durch äussere Verletzungen oder Hemmungen bedingten.

Wir haben schon oben gezeigt, dass man fleischige Stengelgebilde durch Culturversuche in Wasser zur Sprengung der Gewebe veranlassen kann[2]). Die nebenstehende Figur 15 zeigt eine bis zum Wurzelhals in Wasser aufgehängte Petersilienwurzel, welche binnen dreien Tagen nicht

1 Wir werden später sehen, dass die Maserbildung der Holzpflanzen, sofern sie nicht lediglich Folge äusserer Verletzungen ist, wie die Kropfmasern, ihre Ursache meist in einer vom Boden ausgehenden Hypertrophie oder Allotrophie habe, dass es aber zur Bewirkung grösserer Maserbildungen ausserdem äusserer Hemmungen als Veranlassung bedarf.

2 Dahin gehören ohne Zweifel die Längsrisse, welche der Raps bisweilen zeigt

bloss aufgeplatzt, sondern in Folge der ungleichen Wasseraufnahme auch stark gedreht ist. Man sieht bei *k* den gebogenen Holzkern mit zarten, netzförmigen Holzbündeln, um welchen die dicke Rinde sich unregelmässig gedreht hat.

Eine oft bei Culturgewächsen eintretende und meist sehr ungern gesehene Gewebestörung ist die Verholzung einzelner Gewebeelemente.

An sich ist der Verholzungsprocess eine ganz normale Erscheinung. Er besteht auf alle Fälle in der Einlagerung neuer Stoffe in die Zellwand, welche von den in der jungen Zellwand befindlichen verschieden sind.

Diese Stoffe sind derartig, dass sie die Durchdringlichkeit der Zellwand mehr oder weniger beeinträchtigen; stark verholzte Zellen pflegen daher zwar noch zu imbibiren, d. h. in der Wand Wasser aufzusaugen; ein lebhafter Austausch mit dem Zellinnern findet aber in der Regel nicht mehr Statt. Daher sind die Holzzellen als relativ todt zu betrachten und führen meistens Luft. Am häufigsten sind die Prosenchymzellen stark verholzt, also die eigentlichen Holzzellen und die Bastzellen. Das Parenchym ist seltener stark verholzt, daher pflegen Innenrinde, Markstrahlen, Füllgewebe überhaupt, Mark, Holzparenchym u. s. w. die schwach verdickten Gewebetheile darzubieten. Oberhaut und die ihr naheliegenden Aussenwände sind aber fast immer stark verdickt.

Bei vielen Pflanzen kommen nun auch an den sonst dünnwandigen Gewebetheilen, oft in sehr regelmässiger Folge, stark verdickte Parenchymzellen vor, welche man, wenn die Dicke und Härte der Wand einen hohen Grad erreicht hat, Steinzellen nennt. Figur 16 zeigt dergleichen regelmässig in der Rinde des weissen Kaneels (*Canella alba L.*) vorkommende Steinzellen; *b* ist das enge Lumen derselben, welches durch spaltenförmige Porencanäle (*a*) mit den Nachbarzellen in Verbindung steht.

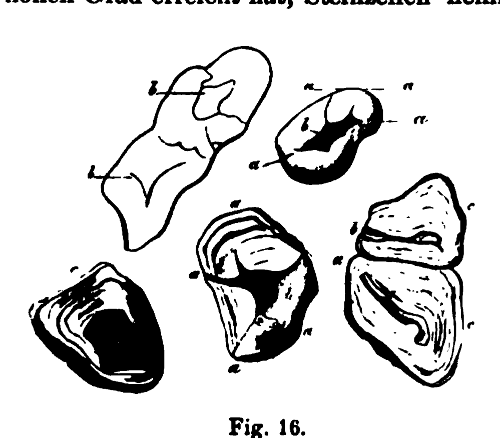


Fig. 16.

Bei dem Vorkommen solcher Steinzellen oder Holzzellen in den Geweben der Culturpflanzen hat man vor Allem zu berücksichtigen.

und welche von FLEISCHER (Missbildungen verschiedener Culturpflanzen. Cassel, 1862 p. 2, seltsamer Weise dem Frost zur Last gelegt werden. Seine Angabe, dass gerade die geplatzten Pflanzen die kräftigsten und die missgebildeten waren, zeugt für einen hypertrophischen Zustand.

dass die betreffenden Gewebe im wilden, naturgemässen Zustand meistens Steinzellen oder verholzte Zellen besitzen, welche durch die Cultur verschwunden sind; dass also das Verholzen solcher Gewebetheile eigentlich in den meisten Fällen nur als eine Rückkehr in den Naturzustand angesehen werden kann.

Unser Urtheil über diesen Punct würde gewiss wesentlich gefördert werden durch eine genaue Kenntniss der chemischen Beschaffenheit der verholzenden Materie; aber diese besitzen wir leider nicht, wie das ja bei der grossen Schwierigkeit solcher Untersuchungen nicht zu verwundern ist. Es erscheint ja fast unmöglich, solche Stoffe zu isoliren, um so mehr, als man es sicherlich nicht mit einfachen chemischen Verbindungen, sondern mit Gemengen zu thun hat.

Eine der neuesten Arbeiten über diesen Gegenstand ist die von J. ERDMANN[1]) am 19. September 1865 auf der Naturforscher-Versammlung zu Hannover vorgetragene. ERDMANN fand für die Steinkerne der Birnen die Formel $C_{24} H_{36} O_{16}$. Sie wurden durch Iod und Schwefelsäure nicht gebläut und waren unlöslich in den gewöhnlichen Lösungsmitteln, auch in Kupferoxyd-Ammoniak. Nur bei Erwärmung mit verdünnter Salpetersäure wurden sie theilweis gelöst. Mässig concentrirte heisse Salzsäure zerlegte sie in der Weise, dass etwa die Hälfte der angewandten Gewichtsmenge äusserlich unverändert zurückblieb, die andere Hälfte als Traubenzucker in Lösung ging. Die Zusammensetzung des ungelöst gebliebenen Rückstandes entsprach der Formel: $C_{12} H_8 O_8$, danach entspricht der Vorgang bei'm Kochen mit Salzsäure der Gleichung:

$$C_4 H_{36} O_{16} + 4 H_2 O = C_{12} H_{20} O_8 + 2 C_6 H_{12} O_{26}.$$

Der Zucker wurde durch die bekannten Reactionen nachgewiesen. Der Rückstand zeigte dieselbe Unlöslichkeit wie die Steinzellen selbst. Sogar durch concentrirte Salzsäure wurde er nur wenig angegriffen, spaltete sich aber durch verdünnte Salpetersäure nochmals in Traubenzucker und Holzfaser (?)[2]). Die so erhaltenen Cellulosekörner (Holzfaser!) wurden durch Iod und SO_3 gebläut und lösten sich in Kupferoxyd-Ammoniak. Es wurde durch Analyse die Zusammensetzung der Cellulose nachgewiesen. Die Entstehung der Cellulose aus $C_{12} H_{20} O_8$ = drückt der Verfasser aus durch die Formel: $C_{12} H_{20} O_8 - C_6 H_{10} O_3 = C_6 H_{10} O_5$, wo also einfaches Austreten und Oxydation stattgefunden hat. Er hält auch für möglich, dass die austretende Verbindung zunächst intermediär in Traubenzucker übergeht und dieser weiter oxydirt wird:

$$C_{12} H_{20} O_8 + 2 O + H_2 O = C_6 H_{10} O_5 + C_6 H_{12} O_6.$$

1 Vgl. Amtlicher Bericht über die 40. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Hannover. 1866. p. 121.

2 Dieser Ausdruck ist höchst unpassend gewählt, da bekanntlich die Holzzellen

bloss aufgeplatzt, sondern i-
auch stark gedreht ist
zarten, netzförm-
regelmässig g-
Eine oft
sehene Gew
An s-
Er bestel
welche
wand
dah
ei

... nisse sind, so halten wir doch ... werden, für sehr gewagt.

... Verbindung $C_{24} H_{36} O_{16}$ *Glycodrupose* und die ... *Drupose*, weil er glaubt, die »steinartigen Frucht- ... zeigten ein ähnliches chemisches Verhalten. Wie ... aber eine derartige Frage durch eine einzige Untersuchung beantworten wollen!

Lassen wir schliesslich noch wörtlich folgen, wie sich ERDMANN die Entstehung der Steinzellenmaterie denkt.

»Ein Molekül Stärke oder Gummi der Zellsaftkügelchen (?) geht in primitive Zellensubstanz über, während ein anderes Molekül desoxydirt wird und sich mit der Cellulose zu Drupose vereinigt:

$$C_6 H_{10} O_5 + C_6 H_{10} O_5 - 2 O = C_{12} H_{20} O_8$$

Andererseits treten aus zwei Molekülen Stärke oder Gummi zwei Moleküle Wasser aus, es entsteht $C_{12} H_{16} O_8$ und bildet sich durch einfache Vereinigung der *Drupose* mit der letztgenannten Verbindung die *Glycodrupose*: $C_{12} H_{20} O_8 + C_{12} H_{16} O_8 = C_{24} H_{36} O_{16}$.

Lassen wir die Bildungsgleichungen der intermediären Producte weg, so ist der ganze Process durch die folgende Proportion auszudrücken:

$$4 C_6 H_{10} O_5 - 2 O - 2 H_2 O = C_{24} H_{36} O_{16}.$$

Es ist unzweifelhaft, dass die *Glycodrupose* aus einem Kohlenhydrat entstanden ist, und kann dieses nur geschehen, wenn aus Stärke oder Gummi Wasser und Sauerstoff austreten, während bei dem normalen Reifungsprocess zur Bildung des Zuckers in den Parenchymzellen im Gegentheil Wasser aufgenommen wird.«

Zu den sogenannten steinigen und holzigen Concretionen, richtiger gesagt, zur Ausbildung von Steinzellen, sind manche Pflanzenarten besonders geneigt, während andere weniger leicht dieser Veränderung unterliegen. Im Allgemeinen neigen z. B. die *Pomaceen* sehr zur Verholzung ihrer Früchte, während unter ihnen z. B. die Aepfel (*Pyrus malus L.*) nur selten, die Birnen (*Pyrus domestica L.*), Quitten (*Cydonia vulgaris L.*), Mispeln (*Mespilus germanica L.*) u. a. dagegen sehr leicht holzig oder steinig werden. Bekannt ist es hinwiederum, dass bestimmte Birnensorten, wie z. B. die *Beurré gris*, besonders leicht steinig entarten. Obschon man diese Steinbirnen im Ganzen durchaus nicht liebt, so sind doch bisweilen die Steinzellen von Nutzen, indem sie die Winterbirnen vor den Einflüssen der Luft und Feuchtigkeit schützen. Solche steinige Winterbirnen sind daher in der Regel die allerhaltbarsten.

Solche stark steinig gewordene Birnen sind in der Regel wässerig.

fast nie aus reiner Cellulose bestehen. Eine Faser als solche im chemischen Sinne giebt es überhaupt gar nicht.

wenig süss, was sehr für den von ERDMANN aufgestellten Satz spricht, dass bei Bildung der verdickten Wand eine Desoxydation und Wasserverlust stattgefunden habe.

Schon MEYEN[1] macht sehr scharfsinnig die Bemerkung, dass die Steinzellenbildung mit der Abwesenheit der Säuren in Beziehung zu stehen scheine. Daher erzeugt der Apfel fast niemals Steinzellen.

Ueber den Einfluss des Bodens auf die Steinzellenbildung wissen wir so gut wie nichts. Im Allgemeinen steht fest, dass gute Obstsorten steinig werden, wenn man sie auf zu mageren, besonders sandigen Boden pflanzt, wogegen gut gedüngter, humusreicher Boden die Ausbildung saftiger und süsser Früchte begünstigt. Ueber die Art der Bodeneinwirkung wissen wir aber eigentlich nichts. Denkbar ist es immerhin, dass der humusreiche Boden lediglich durch energischere Wasserzufuhr die Ausbildung der Frucht begünstige. Für die naheliegende Annahme, dass auf sterilem Boden eine grössere Menge anorganischer Substanz in die Zellen des Fruchtfleisches geführt werde, geben die chemischen Untersuchungen durchaus keinen Anhalt.

Nächst dem Obst interessirt uns die Verholzung und Steinbildung der Wurzelgebilde am meisten für die Praxis. Hier ist die Steinzellenbildung, die dem bei den Früchten stattfindenden Versteinungsprocess ganz analog zu sein scheint, seltener als die Verholzung.

An Verholzung können alle fleischigen Stengelgebilde erkranken, so z. B. Steckrüben, Kohlrabi, Möhren, Selleri u. s. w. Alle diese Pflanzen haben im wilden Zustand eine ziemlich dünne Achse, welche durch die Cultur stark verdickt ist, so zwar, dass die Holzbündel sich nicht vermehrt und vergrössert haben, vielmehr eher zarter geworden sind, während das zartwandige Füllgewebe bedeutend an Umfang gewonnen hat.

Die Verholzung ist nun eigentlich nichts weiter als die Rückkehr in den natürlichen Zustand. Die Holzzellen verdicken ihre Wandungen stärker als in der zarten Culturpflanze und nehmen einen grösseren Umfang in Anspruch. Dieser Zustand ist oft nur Folge des Alters der Pflanzen, wogegen man natürlich nicht zu Felde ziehen kann, oft aber auch ebenso wie bei dem Steinigwerden der Früchte, durch sterilen Boden hervorgerufen. Gute Düngung wird fast immer Abhülfe schaffen. Mit dem Verholzen solcher Bodenfrüchte ist stets eine Verschlechterung ihres Geschmacks, namentlich eine Einbusse an Zucker verbunden, was sehr dafür spricht, dass die ERDMANN'sche Ansicht auch für den Verholzungsprocess Geltung haben dürfte, doch ist das, wie schon oben bemerkt, erst näher zu erweisen, bevor man eine ganz neue Nomenclatur darauf gründet.

1) Pflanzenpathologie p. 278.

Man kann also Verholzung und Steinzellenbildung allgemein als eine Störung des Reifungsprocesses ansehen.

Bei krautigen Pflanzentheilen und Pflanzen zeigen sich die abnormen Ernährungsverhältnisse meist nur in abnormen Absonderungen (Secretionen und Excretionen), seltener in inneren Gewebestörungen.

Eine derartige, häufiger vorkommende Excretion ist der Honigthau. Freilich gehören die meisten unter dem Namen Honigthau zusammengefassten Krankheitserscheinungen in ein ganz anderes Gebiet. Die Blattläuse (Aphiden) und z. Th. auch die Schildläuse (Coccus) sondern einen süssen Saft, oft geradezu Zucker, aus. Auf diese Ausscheidungen gründet sich das bekannte Wechselverhältniss zwischen Blattläusen und Ameisen. Die Ameisen lieben den süssen Saft und besteigen daher die Bäume, um die Läuse förmlich zu melken.

Wo man eine klebrige, süssliche Flüssigkeit auf der Blattoberseite findet und zugleich Blattläuse[1]), da kann man mit Wahrscheinlichkeit diesen sogenannten Honigthau (Melligo) den Läusen zuschreiben. Diese sitzen vorzugsweise auf der Blattunterseite, daher kommt es, dass die Oberseite der darunter befindlichen Blätter von dem herabfallenden Sprühregen benetzt wird.

Aber es wird bisweilen auch von grünen Pflanzentheilen direct Zucker abgesondert.

Eine der ersten derartigen Beobachtungen ist von den Herrn Hartig mitgetheilt worden[2]). Es sonderte sich krystallisirbarer Zucker aus den oberen Epidermis der Blätter eines im Zimmer stehenden Rosenstrauches aus, der keine Spur von Läusen zeigte. Mit dem Auftreten des Zuckers erbleichten die Blätter und die Oberhautzellen collabirten. Im Blattdiachym war an den betreffenden Stellen das Chlorophyll verschwunden.

Es sind später noch vielfach derartige Angaben gemacht worden; leider aber fehlt es bis jetzt an solchen, welche durch ganz vollständige mikroskopische Untersuchungen erläutert worden wären. Dass eine solche spontane Zuckerabscheidung als ein sehr bedenkliches pathologisches Symptom angesehen werden muss, versteht sich wohl von selbst. Dass Abscheidungen von Säften aus Blättern in abnormen Quantitäten gelegentlich stattfinden, unterliegt übrigens gar keinem Zweifel. Fast alle mit Drüsen versehene Pflanzen sprechen dafür. So z. B. sondert die

1) Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass hier nur die Blattläuse selbst durch Zerstörung der Blattsubstanz, von der sie sich nähren, schädlich wirken. Der Honigthau wird beim nächsten Regen abgewaschen und ist nur unbedeutend schädlich durch Hemmung der an der Oberseite ohnediess schwachen Athmung.

2) S. Meyen, Pathologie p. 223.

gemeine Myrte aus allen Drüsen der Blattoberseite einen süssen, klebrigen Saft aus, sobald die Saftströmung durch irgend eine Ursache bei starker Bewässerung von unten gehemmt wird. Hat man z. B. beim Verpflanzen einer Myrte zu viele Wurzeln entfernt, so hat das die Folge, dass die Pflanze sehr bald fast alle Blätter verliert und dass, sobald sich neue Wurzeln gebildet haben, die übrigen Blätter nicht im Stande sind, die gehörige Verdunstung einzuleiten. Es tritt daher der Saft in Tropfen aus allen Drüsen an die Oberfläche. Man kann solche Absonderung wohl nur als Krankheitssymptom, nicht als Krankheit, ansehen; es kann aber dieselbe zur Ursache eines grossen Uebelstandes werden. Der süsse, zuckerhaltige Saft scheint nämlich ausserordentlich günstig auf die Ernährung und Vermehrung der Schildläuse einzuwirken, die sich auf solchen stockenden Pflanzen in Masse einzufinden pflegen und nun denselben ernstlich Gefahr drohen.

Meist ist, wie gesagt, Beschädigung der Wurzeln beim Versetzen die Ursache dieser Erkrankung, der man also leicht vorbeugen kann. Der Mannafluss mehrer Pflanzen, namentlich z. B. der meisten Oleaceen ist, wenn er spontan auftritt, wie bisweilen bei unserer gemeinen Esche, von den übrigen Flüssen physiologisch nicht verschieden und beruht im Wesentlichen gewiss auf ähnlichen Ernährungsstörungen.

Es scheint bei einer derartigen abnormen Excretion fast immer eine Unterbrechung der Wurzelthätigkeit stattzufinden; besonders anhaltende Dürre ist häufig die Ursache von starker Mannaausscheidung. Man will[1]) bei Weiden, Pomeranzen, Nussbäumen und Tamarisken eine selbständige Mannaausscheidung bemerkt haben. Ebenso soll Aehnliches an *Rhododendron ponticum Roxb.* vorkommen, ferner bei Lärchen, Steinbuchen u. s. w. Dass oft Insecten durch ihren Legestachel oder durch Bisse die Mannaausscheidungen befördern, ist bekannt. So z. B. tritt aus der Sinaitischen Tamariske (*Tamarix gallica var. mannifera Ehrh.*) infolge des Bisses des *Coccus manniparus* Manna in Tropfenform hervor. In Tropfen tritt auch an der Mannaesche (*Fraxinus ornus L.*) durch den Stich der *Cicada orni* das Manna hervor. Auf dieselbe allgemeine Ursache, nämlich auf grosse Hitze und anhaltende Trockenheit weisen laut den Berichten der Reisenden auch die Gummiflüsse der Acacien und Traganthbäume hin. Zur Erklärung dieser Thatsache reichen freilich unsere pflanzenphysiologischen und phytotomischen Kenntnisse noch kaum aus. Wahrscheinlich ist jedoch die Sache folgende. Das Gummi wird in der Rinde, bei vielen Pflanzen auch im Holz, in Gummigänge hinein abgesondert. Offenbar wird es von hier aus weiter fortgeführt und der Pflanze nutzbar gemacht. Auf welchem Wege und wie, das wissen wir freilich

---

1) Meyen, a. a. O. p. 229.

zur Zeit noch nicht. Sicherlich aber ist zu dieser Nutzbarmachung eine bestimmte Verdünnung nothwendig, welche durch eine Verlangsamung oder Stockung des Saftstromes im Cambium unmöglich gemacht wird. Da nun die Zufuhr von Gummi noch eine Zeit lang sich fortsetzt, so muss gerade bei geringer Wasserzufuhr das Gummi resp. Harz etc. sich in den Gängen dergestalt anhäufen, dass es dieselben zu sprengen im Stande ist.

Wir erhalten also für alle Arten von Saftergüssen aus der Rinde und den grünen Pflanzentheilen, sobald sie nicht durch äussere Verletzungen veranlasst sind, zwei Bedingungen: Verletzungen oder Schädigungen der Wurzeln, und Dürre. Die Wurzelbeschädigungen, welche durch Verminderung des Saftstromes zu den abnormen Ergüssen Anlass geben, können unzählige Gründe haben. Man braucht dabei nicht immer an directe Verletzungen zu denken. Schon oft ist gewiss ein Verbrennen oder Fäulniss der Wurzeln durch zu frische Düngung die Ursache solcher Erkrankungen der Obstbäume. Der sogenannte Vogelkien, bei welchem aus der Rinde von Nadelbäumen das Harz überall herausfliesst, wobei der Baum langsam abstirbt, entsteht sicherlich durch ähnliche Ursachen, nämlich durch nachtheilige Einflüsse, denen die Wurzeln ausgesetzt sind.

Hierher gehört ganz sicher auch die Kienkrankheit der Nadelbäume, welche, wie schon MEYEN[1]) hervorhebt, durchaus nicht mit dem Harzfluss verwechselt werden darf. Es ist nämlich die Kienkrankheit eine Durchharzung des Holzes in allen seinen Elementen. Die Zellen sind mit Harz erfüllt, ihre Wände damit imbibirt.

Dass diese Kienbildung ähnliche Ursachen habe wie die spontanen Gummi-Ausscheidungen, zeigt sich in den Bedingungen ihres Vorkommens. Es haben nämlich, soweit sich nachkommen lässt, stets Störungen in der Verarbeitung der Säfte von Seiten der grünen, assimilirenden Pflanzentheile stattgefunden. Daher enthalten die Gipfel absterbender (sogenannte Kienzöpfe) ebensowohl wie die Stümpfe seit längerer Zeit abgesägter Kiefern oft einen grossen Reichthum an Harz. Es ist dieses Harz offenbar Product der Pflanzenbildungssäfte, welche nicht mehr verarbeitet werden konnten und daher verharzten.

Fassen wir nun zunächst alle diejenigen äusseren morphologischen Veränderungen in's Auge, welche man unter dem Namen der Teratologie zu begreifen pflegt. Wir müssen uns auf diesem grossen Gebiet freilich auf das Wesentlichste beschränken.

Gewöhnlich rechnet man hierher auch die Entfärbung oder Verfärbung der grünen Pflanzentheile, sowie überhaupt Farbenänderungen. Streng genommen gehören diese zwar zum grossen Theil in das Gebiet

1) A. a. O., p. 239.

der physiologischen Störungen; daher wollen wir mit ihnen als dem Grenzgebiet angehörig beginnen.

Für die Farbenänderungen haben wir zunächst diejenigen der grünen Pflanzentheile, sodann die der andersfarbigen Organe, wie z. B. der Petala, Perigonblätter u. s. w. in's Auge zu fassen, denn beide Dinge sind physiologisch ganz verschieden.

Es bedarf leider unserer heutigen Botanik gegenüber der Behauptung, dass jede Farbenänderung und jede teratologische Veränderung der Pflanze ihre ganz bestimmte Ursache habe. Wenn man glaubt, sehr verschiedene Ursachen könnten ein und dieselbe Folge haben, so verwechselt man Ursache und Veranlassung oder Bedingung. Die sichtbaren Anlässe für die Chlorose können z. B. sehr verschiedene sein, während die eigentliche Ursache doch immer die nämliche ist, nämlich Störung der Chlorophyllbildung. Man unterscheidet seit langer Zeit eine Entfärbung oder Bleichsucht (Chlorosis) und eine Vergilbung, Gelbsucht (Icterus) der grünen Pflanzentheile. Wie man sich die Entstehung in beiden Fällen auch denken mag, fraglos ist es eine Ernährungsstörung, Assimilationsstörung.

Farblose Stellen an Blättern kommen oft ganz normal bei wilden Pflanzen vor. Niemand wird die schönen weisslichen Bänder der *Tradescantia zebrina Hort.* für etwas Abnormes oder gar Krankhaftes halten. Die Blätter haben ihre normale Gestalt und Grösse, obgleich man unter dem Mikroskop wahrnimmt, dass das bei anderen Arten chlorophyllführende Gewebe, namentlich die grossen Pallisadenzellen unter der Oberhaut der oberen Blattseite, ganz leer erscheint.

Bei derartigen Bildungen ist es sehr wichtig, die Erblichkeit solcher Gewebevertheilungen nicht aus dem Auge zu verlieren. Es ist möglich, dass die gestreifte Tradescantia von einer ungestreiften Art abstammt, nur anfangs krankhaft entarteten Exemplaren, welche diese Entartung den Nachkommen als Typus aufgeprägt haben.

Man kann in den meisten Fällen solche typische Abweichungen unschwer von eigentlichen Erkrankungen unterscheiden. So z. B. zeigt die gestreifte Varietät von *Phalaris arundinacea L.* ein ziemlich gesundes Aussehen, da diese Pflanze durch ihr Rhizom die gebänderte Eigenschaft auf zahlreiche Generationsfolgen vererbt hat, während z. B. *Evonymus japonicus L. fil. fol. varieg.* stets ein krankhaftes Ansehen behält, da sie nicht aus Samen oder Rhizomästen, sondern aus Stecklingen vermehrt wird, welche bei guter, normaler Behandlung sehr leicht in die grüne Form zurückschlagen. Es unterliegt im Allgemeinen gar keinem Zweifel, dass die Sprenkel- oder Fleckenkrankheit (*panachures*) nichts weiter ist als eine auf bestimmte Pflanzentheile und bestimmte Puncte der Organe, besonders der Blätter, beschränkte Chlorosis. Die Flecken werden eine

um so bestimmtere Gestalt und Vertheilung annehmen, je mehr es gelingt, die Pflanze aus Samen oder vollständigen morphologischen Elementen, wie Zwiebeln, Knollen, Rhizomästen u. s. w. fortzupflanzen.

Die Stellen, auf welche das Chlorophyll sich zurückzieht, sind natürlich ganz verschiedene.

Beim Bandgras (Phalaris) bleibt nach MEYEN ein schmaler Streifen längs der Nerven grün[1], ebenso bei der Kornelkirsche, wo, wie es scheint, das Blattgrün, wohl nur an der Blattoberseite, den Nervenverlauf bezeichnet. Oft hingegen zieht sich nur ein schmaler weisser Streifen am Blattrand hin. MEYEN führt dafür das *Pelargonium zonale Ait.* an; die Pelargonien neigen überhaupt bei schlechter Behandlung sehr zu einer Entfärbung der Blätter vom Blattrand her[2].

Für regelmässig und ohne nachweisbare Erkrankung auftretende Flecken bieten vortreffliche Beispiele die Familien der Begoniaceen und Aroideen. Altbekannt ist das *Arum pictum L. fil.* der Balearen und Korsika's, sowie die *Begonia maculata Radd.* (*B. argyrostigma Fisch.*) unserer Warmhäuser, welche aus Brasilien stammt.

Viele Pflanzen entfärben oft ihre Blätter am Nervenverlauf, namentlich an der Oberseite, so z. B. im wilden Zustand: *Galeobdolon luteum L.*, *Vinca minor L.*, *Oxalis acetosella L.*, Epheu, Linden, Eschen, Rosskastanien, Rhamnusarten u. v. a. Bei anderen Pflanzen kann man leicht durch Cultur derartige Zeichnungen mit hellfarbigem oder weissem Nervennetz hervorbringen, so z. B. bei Pomeranzen, Zitronen, Hollunder, Stachelbeeren, Kirschlorbeer u. s. w. Die *Aucuba japonica L.* kennen wir nur in dieser Form.

Was die Ursache des Albinismus oder der chlorotischen Entfärbung anlangt, so stimmen alle älteren und neueren Beobachter, namentlich aber die Praktiker, auf deren Urtheil hier besonders viel ankommt, darin überein, dass eine Atrophie zu Grunde liegt. Auf schlechtem, dürrem, wenig gedüngtem Boden kommen vorzugsweise gefleckte, gesprenkelte gebänderte und weissrandige Blätter zum Vorschein, während sehr nahrhafter Boden diese Erscheinungen wieder schwinden macht. Fast immer sind bei der Farbenänderung die Blätter mehr oder weniger verkümmert und im Wachsthum zurückgeblieben.

Wir besitzen zwar über die Entfärbungen der Blätter zahlreiche Angaben und Untersuchungen, aber noch keine umfassende und gründliche Arbeit, daher hielt ich es nicht für unnütz, nochmals an einer ziemlich

---

1) Wohl nicht auf dem Nerv, wie MEYEN (a. a. O. p. 283) angiebt, denn bei allen Gräsern steht unseres Wissens der Nerv durch chlorophyllfreies Gewebe beiderseits mit der Oberhaut in Verbindung.

2) Ebenso Myrten, *Agave americana β variegata*, *Arundo donax* u. a.

grossen Reihe von Pflanzen eine vergleichende Untersuchung vorzunehmen.

Zweierlei springt sofort bei'm Vergleich einer grösseren Zahl von chlorotischen Pflanzen in die Augen: Erstlich ist die Farbe bald mehr gelb, bald fast rein weiss. Man hat diese Erscheinungen als gelbe Verfärbung (*Icterus*) und weisse Verfärbung (*Albinismus*, *Chlorosis*) unterschieden, überblickt man aber eine grössere Anzahl von Pflanzen, so sieht man bald genug, was die phytotomische Untersuchung bestätigt, dass diese Unterscheidung keine wesentliche, qualitative, sondern nur eine graduelle Basis hat. Sie wird nur für die praktische Gärtnerei wichtig, weil bald die gelbe, bald die weisse Modification auf die Nachkommenschaft vererbt und dergestalt fixirt werden kann.

Zweitens sieht jeder, der mit einiger Aufmerksamkeit eine grössere Anzahl panachirte Blätter von verschiedenen Pflanzen betrachtet, dass sich, ganz abgesehen von der gelblichen oder weissen Färbung, zwei Hauptformen unterscheiden lassen: Die Entfärbung rückt nämlich entweder vom Rande oder von den Gefässbündeln gegen die Blattspreite vor. Das erste ist z. B. der Fall bei *Vinca minor L.* und *V. major L. fol. var.*, bei *Phalaris arundinacea L. f. v.*, bei *Ilex aquifolium L. f. v.*, *Evonymus japonicus L. f. var. alb.*, bei den weissrandigen *Pelargonien*, bei *Arundo donax L.*, *Rhododendron*, *Hedera helix L.*, *Agave americana L. varieg.* u. s. w. u. s. w. In diesem Fall ist stets der Blattstiel grün und normal beschaffen, die Krankheit rückt also, um uns so auszudrücken, von oben nach unten oder von aussen nach innen vor. Der andere Fall, wo das Blatt vom Nerven aus entfärbt wird, ist seltener. Das auffallendste mir bekannte Beispiel ist: *Evonymus japonicus L. fol. var. aureis*. Hier ist der ganze Pflanzenstengel gelb und die gelbe Farbe zieht sich in unregelmässigen Flecken vom Mittelnerv in die Blattspreite, deren Rand am tiefsten grün erscheint.

Bei *Rhododendron*-Arten sah ich oft beide Vorkommnisse: Entfärbung vom Rande und von den Nerven aus, wobei aber der Blattstiel grün bleibt. Aehnliche Zwischenformen bilden die gestreiften Blätter der *Monocotyledonen*, namentlich der Gräser, *Arundo donax L.*, *Phalaris* u. a.

Dass die gelbe oder weisse Färbung dabei keinen wesentlichen Unterschied bedingt, namentlich keinen, der mit der Erkrankung von oben abwärts, oder von unten aufwärts zusammenhängt, zeigen die Vorkommnisse beider Farben für beide Formen.

Kaiserkrone, Ananas, kleines und grosses Sinngrün, *Pelargonien* u. a. zeigen beide Färbungen in der Form des Eindringens der Entfärbung vom Rande her.

Vielleicht ist es zweckmässiger, diejenige Form, wo die Entfärbung von den Gefässbündeln, nicht aber vom Stengel ausgeht, als eine dritte

anzusehen, wohin z. B. gehören würde: Die Bänderung einiger Gräser und *Monocotyledonen*, die netzige Vergilbung, die bisweilen bei *Vinca*, bei *Galeobdolon*, *Oxalis acetosella L.* u. a. vorkommt.

Uebrigens kommt selbst an dem nämlichen Pflanzenexemplar, ja selbst an einem und demselben Stengel die gelbe Entfärbung neben der weissen vor. So sind z. B. sehr oft bei *Vinca minor* die oberen Blätter gelb, die unteren weiss gefärbt.

Die phytotomische Untersuchung verschiedener panachirter Blätter ergab, dass bei jedem Abblassen sehr verschiedene Grade desselben hervortreten können, begründet durch eine grössere oder geringere Menge des Chlorophylls in den Zellen sowie durch eine stärkere oder schwächere Färbung der Chlorophyllkügelchen.

Bei *Evonymus japonicus L. fol. var.* zeigen sich zwei Zellenausfüllungskörper neben dem Chlorophyll, welche, da sie in der gesunden Pflanze und weitläufig vertheilt auftreten, auf die Färbung wohl kaum einen Einfluss üben. Der erste, sehr spärlich vertheilte Körper liegt in meist kleineren und stärker verdickten, oft fast steinzellenartigen Zellen in Form eines braunrothen, die ganze Zelle anfüllenden, in Aether, aber nicht in Alkohol löslichen Harzballens. In der gelben Modification (*Icterus*) ist dieses Harz am häufigsten, immerhin aber so spärlich vertheilt, dass es zur gelben Färbung kaum etwas beitragen kann.

Der andere Bestandtheil des Zelleninhaltes besteht in grossen Gypsdrusen, welche meist die ganze Zelle ausfüllen. Ueberhaupt ist der Saft der Zellen reich an einem Kalksalz, denn, wenn man concentrirte Schwefelsäure einwirken lässt, so schiessen von den erwähnten Drusen aus lange Nadeln und schöne Zwillingskrystalle von Gyps an.

Im gelbgefärbten Blatttheil sieht man, wie vom chlorophyllhaltigen Gewebe aus der Zellinhalt immer kleinkörniger und blasser wird. Bei der weissen Verfärbung sind die Zellen fast leer, mit äusserst feinkörnigem, farblosem Saft erfüllt. Dass die helleren Schattirungen des Grün darauf beruhen, dass die normalen Chlorophyllzellen mit chlorophyllfreien Zellen bedeckt sind, hat schon Meyen richtig gesehen. Es lässt sich dieses Verhalten ganz besonders schön bei *Evonymus japonicus fol. varieg.* studiren.

Das allmähliche oder plötzliche Kleinerwerden der Chlorophyllkörner in den gelb entfärbten Blattpartien lässt sich ausser dem *Evonymus jap. fol. var. aur.* ausgezeichnet bei *Vinca* mit gelben und weissen Blättern verfolgen. Die weissen Stellen zeigten fast keine Spur von Chlorophyll, während die gelben noch deutlich blasse Körnchen führen, hie und da noch ziemlich gross aber spärlicher vertheilt. Ganz ähnlich ist es bei *Pelargonium* und bei *Ilex aquifolium L. fol. var.* Bei den Blättern der *Monocotyledonen*, besonders bei den Gräsern, *Arundo donax L.*, *Phalaris*

u. a. entsprechen stets die hellen Linien den Gefässbündeln, die dunkeln Partien dem zwischenliegenden Gewebe, gerade umgekehrt, wie MEYEN behauptete.

Für die Beurtheilung der gelben Färbung ist noch zu berücksichtigen, dass Pflanzen, die man im Dunkeln erzogen hat, stets gelb, nicht weiss gefärbt sind, dass also beim Vorhandensein des Chlorophylls die Farbe gelblich ist, während die weisse Farbe auf ein Schwinden oder eine Verminderung des Chlorophylls hindeutet.

Für die Imbibitionslehre ist die Art des Saftsteigens und der Verbreitung desselben in den panachirten Blättern von grosser Wichtigkeit. Wir haben nämlich oben gesehen, dass die Chlorophyllzellen die farbigen Säfte nicht aufnehmen und es entsteht die Frage, ob dieselben in die entleerten Chlorophyllzellen eintreten werden.

Um der Beantwortung dieser Frage näher zu kommen, setzte ich eine Anzahl panachirter abgeschnittener Pflanzen in Farbstoffe. Natürlich wurden diese wie immer in den Nerven emporgeführt, so dass die Blattnervatur zierlich gefärbt hervortrat, besonders auffallend in den farblosen Blattpartien. Das Blatt von *Phalaris* erschien natürlich in der Indigolösung abwechselnd grün, blau und weiss gestreift, indem die Farbe zunächst in den Gefässbündeln hinauf stieg und sich besonders in den weissen Streifen scharf markirte.

Nach etwa 24 Stunden erschienen an allen Blättern verschiedener Pflanzen die entfärbten Partien tief gefärbt, bei Anwendung blauer Lösung die weissen blau, die gelben grünlich bis blaugrün.

Das Mikroskop zeigte, dass der Farbstoff, durch die Gefässbündel aufwärts geführt, sich in alle chlorophyllfreien Zellen ergossen hatte, ebenso bei der weissen wie bei der gelben Entfärbung, aber durchschnittlich um so intensiver, je weiter das Gewebe ganz chlorophyllfrei erschien. Einmal in das Chlorophyllgewebe eingedrungen, ergreift der Farbstoff auch wohl die Wände einzelner chlorophyllführender Zellen; niemals aber sah ich ihn bei unverletzter Zelle in deren Lumen eindringen.

Bestreicht man panachirte Blätter äusserlich mit Farbstoff, so dringt derselbe in alle chlorophyllfreien Gewebetheile ein.

Durch einige Zweige liess ich eine Lösung von Eisenvitriol aufsaugen und fand nach 24 Stunden einen grossen Theil der verblichenen und vergilbten Gewebetheile schwärzlichgrün gefärbt. Die mikroskopische Untersuchung zeigte aber von einem Ergrünen der farblosen Chlorophyllkörnchen kaum winzige Spuren; die Färbung rührte von dem in die chlorotischen Zellen eingedrungenen Vitriol her, welches häufig kleine Krystalldrusen bildete, ein Beweis, dass man aus der mikroskopischen, schnellen Ergrünung chlorotischer Pflanzentheile durch Eisensalze nicht immer einen Schluss auf Ergrünung des Chlorophylls der chlorotischen

Zellen bauen könne. Uebrigens giebt es auch abgesehen von Wärme, Licht und Eisen noch Ursachen chlorotischer Erkrankungen, die uns unbekannt sind, denn alle drei genannten Agentien, auf einzelne chlorotisch erkrankte Pflanzen angewendet, bewirkten in mehren Fällen keine Ergrünung derselben, selbst nach mehrwöchiger Aufsaugung sehr verdünnter Eisenlösung mittelst der Wurzeln.

Wir können also der Cultur nach dem Vorstehenden nur folgende Winke geben.

Will man panachirte oder überhaupt in irgend einer Form chlorotisch entfärbte Pflanzen in die grüne Färbung zurückführen, so hat man für gute Düngung und die gehörige Eisenzufuhr zu sorgen. Es ist ja sehr bekannt, dass die Hortensia (*Hydrangea hortensis*) mit panachirten Blättern durch eisenhaltige Erde grün wird und blaue Blumen bekommt. Das nämliche Ergrünen wird man aber auf Eisenzusatz bei vielen ähnlichen Pflanzen wahrnehmen. Nicht überall darf man aber durch Eisen und Licht allein sofort eine grüne Umfärbung erwarten, denn erstens kennen wir nicht alle Bedingungen der Entfärbung und zweitens kommt die Erblichkeit hinzu.

Man kann sicherlich durch sorgfältige Auswahl des Samens, vielleicht sogar der Stecklinge, die Sprenkelung der grünen Pflanzentheile vermehren oder in bestimmtem Sinne ausbilden und fixiren.

Es scheint das Organ ganz gleichgültig für diese Verhältnisse zu sein, da manche *Cacteen* ganz ähnliche Entfärbungen an ihren fleischigen Stämmen zeigen. Auf die Zartheit und Schwäche solcher etiolirten *Cacteen* machte schon Meyen (a. a. O. p. 286) aufmerksam.

Für die Beurtheilung der Ursache der Entfärbung ist der Fall äusserst lehrreich, den Meyen nach Burgsdorf mittheilt. Junge Buchenpflanzen waren durch Schneckenfrass um ihre Samenblätter gekommen und im ersten Winter von Rehen abgeäst. Im Frühjahr trieben sie zwei weissfleckige Blätter. Im folgenden Jahr versetzt, bildeten sie anfänglich abermals scheckiges Laub, bis die Wurzeln stark entwickelt waren. Nun verschwand allmählich die Entfärbung, die Blätter wurden grün.

Von grossem Interesse für die Art der Vererbung ist die Notiz, dass das scheckige Edelreis auf den grünen Wildling entfärbenden Einfluss äussert. Meyen führt die vorher und nachher viel besprochene Rückwirkung des Edelreises von der bunten Form von *Jasminum officinale* auf seinen Wildling an.

Es sollen sogar die Blüthen bisweilen rückwirkende Kraft äussern. So z. B. soll rothblühender Oleander (*Nerium splendens*), auf einen weissblühenden Stamm gepfropft, unterhalb der Impfungsstelle rothe Blumen hervorgebracht haben. Jedenfalls sind solche Beispiele, die bis jetzt niemals eine kritische, mikroskopische und makroskopische Untersuchung

erfahren haben, als seltene Ausnahmen zu betrachten; im Allgemeinen gilt das Gesetz, dass der Wildling seine Eigenschaften unverändert beibehält.

Nächst der blossen Entfärbung der grünen Pflanzentheile giebt es auch eine Umfärbung. Diese halten wir nur für ein höheres oder modificirtes Stadium der chlorotischen Entfärbung. Es sind verschiedene rothe Tinten, welche bei manchen Pflanzen fast immer, bei anderen selten oder nie die Entfärbung begleiten. Diese rothen Farben treten als flüssiger Farbstoff in den chlorophyllfreien Zellen, in der Regel unmittelbar unter der Oberhaut auf. Sie sind allem Anschein nach ein Product derjenigen Stoffe, welche das Chlorophyll zusammensetzen, daher können sie sowohl die Vorläufer als die Nachfolger des Chlorophylls sein. Bei vielen Keimpflanzen färben sich die ersten Blätter vor oder während der Chlorophyllbildung lebhaft roth. Diese Farbe ist vom Licht ganz unabhängig, denn sie entsteht z. B. ausgezeichnet schön bei *Phalaris canariensis L.*, mag man dasselbe im Finstern oder im Licht zur Keimung gebracht haben; sie bildet sich ferner bei manchen andern Gräsern, so z. B. schön bei'm Roggen aus. So weit meine Beobachtungen reichen, kommt diese rothe Farbe der Keimlinge besonders bei denjenigen Pflanzen vor, welche in ihren Samen grössere Mengen von Reservestoffen ablagern, daher z. B. bei den Gräsern, wogegen sie z. B. bei den Cruciferen ganz zu fehlen scheint. Ich muss jedoch bekennen, dass meine Versuche nicht weit genug ausgedehnt sind, um diese Hypothese als Gesetz aufzustellen.

Bei entfärbten Blättern mancher Pflanzen, so z. B. der gesprenkelten Formen von Rhododendron-Arten, findet sich fast immer ein rosenrother Blattrand.

Die Wurzeln vieler Pflanzen, so z. B. der Weiden, erröthen, sobald sie in reinem Wasser vegetiren.

Ich kann vorläufig diese rothe Farbe durchaus nicht von der herbstlichen Verfärbung des Laubes mancher Bäume für verschieden halten. Die Entfärbung der Blätter im Herbst ist ja offenbar reine Chlorose. Das Chlorophyll wird aufgelöst und dem Stengel zugeführt. Bei dieser Auflösung und Zersetzung scheint der rothe Saft aus den Zersetzungsproducten zu entstehen. Merkwürdig ist es dabei, dass stark zuckerhaltige Pflanzen die rothe Farbe am stärksten ausbilden. Die schönste Blattfärbung sieht man z. B. beim Zuckerahorn. Im Spätherbst zieht sich in den Blättern desselben das Chlorophyll vom Rande her auf die Mitte zurück und es bleiben bald nur noch schmale grüne Streifen längs der Hauptnerven übrig. Vom Rand her bildet sich nun ebenso schrittweise der rothe Farbstoff aus, dem grünen Theil nachrückend.

Bei zahlreichen lederartigen immergrünen Blättern tritt eine ganz ähnliche Verfärbung in Verbindung mit einer krankhaften Degeneration

und Veränderung des Chlorophylls auf. Ebenso zeigen manche Pflanzen an Verletzungen der Blätter einige Zeit darauf schön rothe Ränder. Solchen Rand bilden stets die Blätter der Pandaneen, wenn man sie durchschneidet.

Leider ist über die chemische Zusammensetzung dieser rothen Säfte gar nichts bekannt. Eine gründliche und umfassende Untersuchung derselben würde für die ganze Physiologie von ausserordentlichem Werthe sein.

Wir sind auch der Ansicht, dass diejenigen Farbstoffe, welche regelmässig die Stengel, Blattnerven, Blätter und selbst manche Theile der Blüthen bei vielen Pflanzen führen, den unter den oben bezeichneten Bedingungen hervorgerufenen, wenn nicht gleich, so doch sehr nahe verwandt sind.

Bei der Wichtigkeit dieser Frage für die Pflanzenpathologie kann ich nicht unterlassen, ein kleines Referat über die wichtigeren, das Chlorophyll und die übrigen Pflanzenfarbstoffe betreffenden Untersuchungen zu geben.

Zunächst besitzen wir für das Chlorophyll eine gründliche Arbeit von Professor H. Ludwig[1]) in Jena, welche die Fremy'sche Beobachtung, dass dasselbe sich in einen blauen und einen gelben Farbstoff zerlegen lasse, vollkommen bestätigt.

Fremy hatte gezeigt, dass die Thonerde in alkoholischer Chlorophylllösung mit einem Theil der Chlorophyllbestandtheile einen dunkelgrünen Lack bildete, während der Alkohol gelb gefärbt blieb. Die Zerlegung in einen blauen und einen gelben Farbstoff gelang nicht durch Thonerdehydrat.

Zwei Theile Aether und ein Theil Salzsäure (schwach und verdünnt trennt beide Farbstoffe: der Aether wird gelb, die Salzsäure dunkelblau bei der Trennung nach dem Schütteln. In alkoholischen Lösungen der beiden Farbstoffe entstand Chlorophyll bei ihrer Mischung. Der blaue Farbstoff wurde Phyllocyanin, der gelbe Phylloxanthin genannt. Das gelbe Spaltungsproduct ward durch Salzsäure wieder grün gefärbt.

Die herbstlich vergilbten Blätter enthalten nach Fremy nur noch Phylloxanthin.

Ludwig gelang es, auch durch weingeistige Kalilösung die Spaltung des Chlorophylls zu bewirken. Das durch Auspressen erhaltene Chlorophyll wurde mit wenig Alkohol im Wasserbade zur Coagulation gebracht Das Coagulum ward von der Flüssigkeit getrennt, mit Wasser gewaschen und mit Aether extrahirt. Von der grünen Lösung wurde der Aether abdestillirt, der grüne Rückstand mit kaltem Alkohol gewaschen und das

1) Archiv der Pharmacie. Bd. 156. 1861. p. 164 ff.

Chlorophyll zur Hälfte in süssem Alkohol gelöst, die grüne Lösung mit alkoholischer Aetzkalilösung gekocht ohne dass eine Veränderung eintrat. „Sobald aber die mit Wasser verdünnte, grüne alkoholische Flüssigkeit mit Salzsäure neutralisirt wurde, entstand sofort ein gelber Niederschlag und die vom Niederschlage getrennte Flüssigkeit hatte eine prachtvolle blaue Farbe angenommen, die bei auffallendem Lichte kupferroth schillerte." Der blaue Farbstoff schied sich beim Abdunsten im Wasserbad in blauen Flocken ab, welche, gewaschen und getrocknet, das Phyllocyanin als dunkelblaue spröde Masse darstellten. Der gelbe Farbstoff bildete nach wiederholtem Waschen mit Weingeist eine gelbe schmierige Masse, welche beim Erwärmen leicht schmelzend, beim Erkalten salbenartig erstarrte. Längere Zeit im Wasserbade mit Natronlauge behandelt, schien der Farbstoff mit der Lauge eine unlösliche Verbindung eingegangen zu sein, denn die von ihm getrennte Lauge, mit Salzsäure angesäuert, gab keinen Niederschlag, während die zurückbleibende gelbe, unfiltrirbare Emulsion auf Zusatz einiger Tropfen Salzsäure in die ätherische Lösung überging. Da blosses Schütteln mit Aether die Emulsion nicht löste, so muss sie in Wasser und Aether unlöslich, der Farbstoff selbst dagegen in Aether löslich sein. Beim Abdunsten blieb eine schön gelbe salbenartige in der Wärme flüssig werdende Masse zurück, die nicht trocken erhalten werden konnte. Davon löste Schwefelkohlenstoff den grössten Theil mit schön gelber Farbe, während eine grauweisse, wachsartige Masse zurückblieb. Die Lösung im Schwefelkohlenstoff hinterliess beim Abdunsten eine zähe, gelbe, beim Erwärmen leicht schmelzbare, durch Salpetersäure grün gefärbte Masse.

Die zweite Hälfte des Chlorophylls wurde ebenfalls mit alkoholischer Kalilösung gespalten. Nach Entfernung des gelben Farbstoffs wurde die saure, schöne blaue Lösung des Phyllocyanins so lange mit Bleiessig versetzt, als noch ein Niederschlag (von grünlich-grauer Farbe) entstand. Dieser wurde unter Wasser durch Schwefelkohlenstoff zersetzt. Die abfiltrirte Flüssigkeit war farblos. Das rückständige Schwefelblei wurde mit Aether geschüttelt, mit Alkohol ausgekocht, einige Tropfen Salzsäure zugesetzt, worauf das Phyllocyanin rasch in alkoholische Lösung ging. Abgedunstet, mit Wasser gewaschen und getrocknet, stellte das Phyllocyanin einen schönen, dunkelblauen Körper dar, welcher, mit Salpetersäure erhitzt, sich erst grün, dann orange und zuletzt gelb färbte.

„Alkohol löst das Phyllocyanin leicht mit blauer Farbe; Salzsäure färbte die alkoholische Lösung prachtvoll blaugrün. Auf dem Platinblech erhitzt, verbrannte das Phyllocyanin vollständig. In der Glasröhre erhitzt, liefert es ein violettes Destillat, in Form von zierlichen Farbenstreifen. Mit Natronhydratkalk geglüht, entwickelte es Ammoniak."

Ludwig berechnet die Formel: $C_{34}\ H_{34}\ N_2\ O_{17}$.

Fremy hat neuerdings seine Arbeit noch durch einige Thatsachen erweitert. Er verseifte die alkoholische Chlorophylllösung zu einem grünen Thonerdelack durch Schütteln mit Thonerdesalzen. Durch siedenden Alkohol zersetzt sich dieser Lack und der Alkohol hält dann nur das vom Fett befreite Chlorophyll zurück, welches nun als rein betrachtet werden kann.

Wenn man das Chlorophyll lange genug mit Barythydrat kocht, schlägt sich das in Wasser unlösliche Phylloxanthin mit einem ebenfalls unlöslichen Barytsalz nieder, welches zugleich einen zweiten Körper: Phyllocyaninsäure enthält, der sich mit Basen verbindet. Nach so vollzogener Spaltung behandelt man die Masse mit Alkohol, welcher das Phylloxanthin löst und durch Verdunstung kann man dieses zur Krystallisation bringen.

Der phyllocyansaure Baryt wird mit Schwefelsäure behandelt, wodurch die in Alkohol und Aether lösliche Phyllocyaninsäure frei wird.

Das Phylloxanthin ist neutral, löst sich in Alkohol und Aether, krystallisirt in gelben Blättchen oder röthlichen Prismen, besitzt bedeutendes Färbevermögen, ähnlich der Chromsäure. Bei Einwirkung concentrirter Schwefelsäure färbt es sich prächtig blau.

Die Phyllocyaninsäure ist mit olivengrüner Farbe und oft bronzefarbigem, rothem oder violettem Reflex in Wasser, Alhokol und Aether löslich; alle ihre Salze, von denen nur die Alkalisalze in Wasser löslich. sind braun oder grün gefärbt. Sie löst sich in Schwefelsäure und Salzsäure und diese Lösungen erscheinen je nach der Concentration grün. röthlich, dunkelviolett oder sehr schön blau; sie erleiden mit einem Wort Farbenänderungen, welche an das mineralische Chamaeleon erinnern. Wasserüberschuss zersetzt sie unter Fällung von Phyllocyaninsäure.

So lehrreich diese Farbenänderungen der Phyllocyaninsäure nun auch sind, insofern sie die Möglichkeit der Entstehung selbst rother Tinten aus dem Chlorophyll darthun, so geben sie doch noch durchaus keine Erklärung für die in der Natur neben dem Chlorophyll vorkommenden gelösten Farbstoffe, welche vielleicht aus dem Chlorophyll entstehen, wie z. B. die rothe Herbstfarbe. Diese Farben sind sehr wässrige Lösungen und müssen daher auf andere Weise entstehen als durch Einwirkung starker Säuren auf die Phyllocyaninsäure.

Ueber die Veränderungen des Chlorophylls innerhalb der Zellen besitzen wir eine Arbeit von A. Weiss[1]) in Lemberg; ferner Beiträge von Hildebrand[2]) zur Kenntniss der Blüthenfarben.

1) Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Wien 1861 Juni p. 6: Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte des Farbstoffes in Pflanzenzellen.

2) Pringsheim's Jahrbücher f. wissenschaftliche Botanik 1863. Bd. III. p. [illegible] Anatomische Untersuchungen über die Farben der Blüthen.

Wir geben zunächst die Resultate der Arbeit von Weiss, wie er selbst (p. 25) sie zusammenfasst:

1. Die Bildung des (rothgelben, nicht gelösten, in Beerenfrüchten enthaltenen) Farbstoffs erfolgt in einer und derselben Zelle fast immer auf zwei oder mehre von einander verschiedene Arten [1]).

2. Geschieht die Bildung des Farbstoffes nicht in der Weise, dass z. B. die Chlorophyllkörner zuerst verschwinden und durch Neubildung sich auf einer neuen Unterlage neuer Farbstoff bildet; sondern indem die Unterlage (wohl meist Amylum) des früheren Chlorophyllkornes bleibt und nur das grüne Pigment, welches sich unter Einwirkung von Licht darauf abgelagert hatte, successiv sich durch alle Abstufungen von Gelb hindurch in den schliesslich rothgelben Farbstoff umwandelt.

3. Die Ursache dieser Farbenwandlung muss in einer durch die Vorgänge des Reifens der Beere veränderten Diffusionsthätigkeit der Zellen gesucht werden, obgleich sich derzeit über die zu Grunde liegenden chemischen Verhältnisse noch nichts angeben lässt.

4. Neben dieser bei weitem häufigsten Bildungsart kommt gewöhnlich eine zweite von ihr gänzlich verschiedene vor, durch welche im Innern von Bläschen der Farbstoff direct aus dem Protoplasma oder richtiger der stickstoffhaltigen Materie im Innern derselben entsteht.

5. Die fertigen Farbstoffgebilde erhalten später an ihren Enden meist farblose Schleimfäden, welche zwei oder mehre derselben verbinden und möglicherweise das Product einer Umwandlung sein könnten, welche die Unterlage (Amylum) des Farbstoffes bei und nach der Reife erfährt.

6. Schliesslich zerfallen die Farbstoffgebilde, indem ihr Pigment allmählich immer blasser und blasser wird, in ihre einzelnen Theile (Unterlage und Pigment).

Die von Weiss als Einzelkörner mit dunkleren und helleren Zeichnungen in Folge der verschieden dicken Farbstoffablagerung gezeichneten Gebilde hat (Botan. Zeitung 1859) Maschke für Bläschen erklärt.

Mehr stimmt Weiss mit der Arbeit von Trecul (*Annales des sciences naturelles IV. Sér. tom X.* 1858) überein, welcher freilich den rothen Farbstoff durch Neubildung im Protoplasma seiner »*vésicules pseudo-nucleaires*« entstehen lässt.

Von besonderem Interesse ist mir in der Weiss'schen Arbeit noch die Abbildung von Chlorophyllzellen aus blauen *Passiflora*-Beeren, in

1) Er unterscheidet 1) in Bläschen eingeschlossene, 2) freie, 3) längliche, zuletzt meist mit fädigen Enden versehene Körner. Die Körner sind:

a) rundlich, durch die Anlagerung des Farbstoffes in dunklere und lichtere Partien getheilt;

b) klein, elliptisch, in kleinere oder grössere Bläschen eingeschlossen;

c) einzelne freie Körner ohne die obige Zeichnung.

welchen ausser dem Chlorophyll ein rosenrother, gelöster Farbstoff auftritt. Noch unbefriedigender und dürftiger als unsere Kenntnisse von der chemischen und physiologischen Natur des Chlorophylls sind die der gelösten Farbstoffe, welche in den Blumen, in manchen Wurzeln und im Herbst in vielen Blättern auftreten. Sie zeigen unzählige Modificationen, ja, es scheinen, namentlich in den Blüthentheilen, fast alle Farben vorzukommen.

Die Blüthen haben zum Theil Farben, welche in der Form ihres Vorkommens dem Chlorophyll ähneln, also abgelagert und harziger Natur sind. Dahin gehören vor allen die gelben[1]) Farbstoffe, während die rothen und blauen (karminrothen und ultramarinblauen) in gelöster Form auftreten.

Dass schwarz erscheinende Färbungen ganz fehlten, wie Moquin Tandon[2]) angiebt, ist nicht ganz richtig, denn es ist z. B. der Schlund der Blumenkrone von *Thunbergia alata Hook.* (im östlichen Afrika heimisch) rein schwarz gefärbt. Ebenso ist der Einfluss der Sonne, des Lichtes überhaupt, auf die gelösten Pflanzenfarbstoffe unbestreitbar für viele, aber keineswegs für alle Fälle.

Sachs hat nachgewiesen, dass manche Blumenfarben im Finstern ebenso lebhaft zur Ausbildung kommen wie im Lichte, und die rosige Farbe, welche manche Pflanzen, z. B. Roggen, Kanariengras u. a. bei der Keimung zeigen, tritt im Finstern ebenso intensiv hervor. Dagegen scheinen die Wurzeln mancher Bäume, so z. B. der Weiden, sich im Wasser deshalb zu röthen, weil sie vom Licht beschienen werden, doch ist auch das noch näher zu untersuchen.

Die ungemeine Schwierigkeit für die Untersuchung der Pflanzenfarben liegt besonders darin, dass die Färbung und Umfärbung der *Chromogene* oft durch winzige, kaum chemisch nachweisbare Mengen einer neu hinzutretenden Substanz verursacht werden. Es muss aber diese Schwierigkeit überwunden werden. Nur chemische Untersuchungen führen uns darin zum Ziele, nicht blosse Angaben der Form und Vertheilung der Farbstoffe in verschiedenen Pflanzen, wie sie Hildebrandt in der erwähnten Arbeit giebt, denn deren haben wir nachgerade genug erhalten. Wir wollen indessen die zum grossen Theil schon früher bekannten Regeln, welche er am Schluss seiner Arbeit giebt, hier folgen lassen, um zu zeigen, wie wenige Schritte auf diesem Gebiet erst gethan werden konnten:

---

1) Sehr richtig führt schon Moquin-Tandon (Teratologie p. 53) an: »Gelb und blau sind zwei fast durchaus unverträgliche Farben.« Wo er Ausnahmen angiebt, wie beim *Crocus*, bei Aurikeln, *Viola calcarata* u. s. w., da ist der gelbe Farbstoff wohl keinenfalls in Form einer Ablagerung in derselben Zelle vorhanden.

2) Teratologie p. 49.

1. »Die Farben der Blüthen sind nie an die Zellenmembran, sondern immer an den Zellinhalt gebunden.

2. Blau, Violett, Rosenroth und, wenn kein Gelb in den Blüthen, auch Hochroth, sind durch den entsprechend gefärbten Zellsaft mit wenig Ausnahmen bedingt.

3. Gelb, Orange und Grün sind zum grössten Theil an feste, körnige Stoffe oder Bläschen gebunden.

4. Braun und Grau, in vielen Fällen auch brennend Roth und Orange erscheinen nur dem unbewaffneten Auge als solche (mit Ausnahme bei *Neottia*; *Delphinium*, *Vicia Faba L.*); bei der Vergrösserung erkennt man, dass sie aus anderen Farben zusammengesetzt sind und zwar: Braun und Grau aus Gelb und Violett oder Grün und Violett, Orange und Violett, Grün und Roth; brennend Roth und Orange aus bläulich Roth mit Gelb und Orange.

5. Das Schwarz rührt, mit Ausnahme von *Vicia Faba*, immer von einem sehr dunkel gefärbten Zellsaft her.«

Die übrigen Puncte Nr. 6—9 sind zu allgemein bekannt, als dass ich sie hier wiederholen dürfte und auch für die mitgetheilten finden sich schon bei Moquin-Tandon (Teratologie) zahlreiche Belege.

Für die praktische Pflanzencultur lässt sich aus der ganzen phytochemischen und organologischen Literatur der Pflanzenfarbstoffe fast nichts gebrauchen. Hier ist von weit grösserer Wichtigkeit die Erblichkeit und die durch sie bedingte Farbenvariation durch Kreuzung.

Wir haben schon gesehen, dass die Erblichkeit gewisser Entfärbungen nicht selten ist. Ebenso kann man entfärbte Blattflecken und Zeichnungen verschiedener Art durch Kreuzung hervorrufen, indem man buntblättrige Pflanzen mit grünen oder anders gesprenkelten u. s. w. befruchtet.

Zwischen einer blossen Erkrankung und völlig vererbten Panachirung lässt sich hier gar keine Grenze ziehen. Herr F. Jaenicke unternimmt daher einen nicht sehr lohnenden Feldzug, wenn er (Botanische Zeitung 1865 Nr. 35) die bisherigen Literaturangaben über die gefleckten Blätter angreift, ohne etwas anderes, als Beispiele für constantes Vorkommen von Flecken auf den Blättern bestimmter Pflanzen zu liefern. Solche Angaben gehören in eine gärtnerische, nicht in eine botanische Zeitung. Es ist nicht, wie er verstanden hat, von einer Degeneration des Chlorophylls, sondern von einem Fehlen oder unvollkommener Ausbildung desselben die Rede, denn, wo gar kein Chlorophyll zur Ausbildung kommt, da kann es auch nicht degeneriren.

Bei der Cultur farblos panachirter oder buntgefleckter Blätter kann man entweder die blosse Farbenänderung oder Vermannigfaltigung der Zeichnungen und Färbungen im Auge haben. Für den ersten Fall haben

wir schon für die blosse Entfärbung gesehen, was wohl auch auf die Farbenänderungen der Runkelrüben, des Plumagen-Kohls u. s. w. anwendbar ist: Dass schlechter, warmer oder abnormer Boden dergleichen hervorbringt. Interessant wäre der Versuch, ob nicht auch die dauernde Lichtentziehung erbliche Flecken zu erzeugen vermag. Man müsste z. B. an einem hartlaubigen Gewächs möglichst viele Blätter (am besten immergrüne) und ganz bestimmte Stellen mit schwarzem Papier bekleben und untersuchen, ob früher oder später das Gewächs von selbst farblose Streifen erzeugt und ob diese Streifung durch Stecklinge oder gar durch Samen fortgepflanzt werden kann.

Will man irgend eine farblose oder verschiedenfarbige Blattzeichnung fixiren, so hat man zunächst nichts zu thun, als den Sämlingen diejenigen Bedingungen zu geben, welche die Färbung hervorriefen oder wenigstens beförderten. Natürlich darf man den Samen nur den vollkommen in der gewünschten Weise gezeichneten Pflanzen entnehmen und muss bei jeder folgenden Generation die nämliche Sorgfalt anwenden; — dann wird man die Färbung in der gewünschten Richtung nicht nur immer mehr fixiren, sondern auch erhöhen.

Will man aber nicht bestimmte, sondern überhaupt neue, möglichst abweichende Zeichnungen hervorbringen, so hat man Kreuzungen möglichst verschiedener Individuen vorzunehmen.

Genau dieselben Grundsätze gelten auch für die Farben, ja für die Formen der Blumen. Wer eine reine Farbe und bestimmte Form wünscht, der muss den Samen sorgfältig von solchen Pflanzen aussuchen, ja von solchen einzelnen Blüthen nehmen, welche die gewünschten Eigenschaften im höchsten Grade besitzen. Sobald die Nachkommenschaft blüht, werden die abweichenden Formen entfernt, so dass in jeder folgenden Generation immer vollkommener der vorgesetzte Zweck erreicht wird. Für Erlangung neuer Formen und Farben ist auch hier die Kreuzung das beste Mittel.

Da fast alle Farbenabweichungen und Formänderungen als etwas Krankhaftes aufgefasst werden müssen, so kann es nicht Wunder nehmen, dass meist für die Anzucht der ausgezeichnetsten Sorten, so z. B. bei der Levkoyenzucht, der dürrste und schlechteste Boden zur Samengewinnung benutzt werden muss. In anderen Fällen ist dann wiederum eine künstliche Hypertrophie oder Allotrophie durch starke Düngung nothwendig. Meist trifft das auch diejenigen Pflanzen, deren Same, wie bei den Levkoyen, am besten von atrophischen Exemplaren gesammelt wird, wenn es, wie im Blumengarten, bloss auf möglichst schöne Entwickelung der einen Generation ankommt.

Für ganz bestimmte chemische Bodeneinflüsse auf die Farben und

Formen der Blüthen besitzen wir jetzt leider nur einzelne höchst dürftige Notizen.

Sehr bekannt ist die Blaufärbung der rosenfarbenen Blüthen der Hortensie (*Hydrangea hortensis*) durch Eisenzusatz. Ferner führt man das Galmeiveilchen (*Viola calaminaria Lej.*) und *Thlaspi alpestre b. calaminare Lej.* als Pflanzen an, denen durch Zinkboden ein wesentlich abweichender Habitus aufgeprägt wird.

Bei zahllosen Pflanzen wissen wir zwar, dass sie auf bestimmtem Boden in Form und Farbe wesentliche Abweichungen zeigen, ohne jedoch den Bodenbestandtheil, von dem diese herrühren, näher angeben zu können. So z. B. nimmt *Scabiosa columbaria L.* auf Keuperboden eine blassgelbe Farbe an (*Scabiosa ochroleuca L.*), während ihre gewöhnliche Färbung violett oder lila ist. Auf ein genaueres Eingehen in die bisherigen Angaben über diesen Gegenstand müssen wir Verzicht leisten, wollen aber nicht unterlassen auf die von A. KERNER[1]) aufgestellte Tabelle von Parallelformen des Kalkbodens und kalkfreien Bodens hinzuweisen. Eine ausgezeichnete Uebersicht über die Vertheilung der Pflanzen auf bestimmte Bodenarten enthält die *Flora Jenensis* von SCHLEIDEN und BOGENHARD[2]), die wir nicht bloss den Floristen, denen sie, wie unsere deutschen General- und Specialfloren beweisen, zum grössten Theil nicht bekannt ist, sondern ganz besonders auch den praktischen Pflanzenzüchtern angelegentlichst empfehlen. H. HOFFMANN[3]) hat in der botanischen Zeitung eine ungemein fleissige, aber leider ihrer umständlichen, schwer zu ordnenden Form wegen nur sehr unbequem lesbare Arbeit über den Einfluss von Boden und Klima auf die Vegetation geliefert. Nach ihm bringt der Kalkgehalt des Bodens zwar mancherlei Veränderungen der Pflanzenform hervor, doch geht er nicht in so grosser Menge in die Kalkpflanzen ein, wie man nach der Stetigkeit des Vorkommens glauben sollte.

Aehnliches gilt für die Alkalien. Für das Kochsalz dagegen giebt HOFFMANN Aufnahme bedeutender Mengen in den Pflanzenkörper zu.

Kapitel 5.

Durch Bodeneinflüsse bedingte Formenänderungen der Pflanzen.

Wir wenden uns nun den durch Bodeneinflüsse bedingten Formenänderungen der Pflanzen zu.

1) Cultur der Alpenpflanzen. p. 85 ff.

2) Taschenbuch der Flora von Jena. Leipzig. 1850.

3) Untersuchungen zur Klima- und Bodenkunde, mit Rücksicht auf die Vegetation.

Diese können 1) die appendiculären Organe, 2) die Stengelgebilde, 3) die Blattorgane, 4) ganze Pflanzen oder Pflanzentheile, wie Knospen, Zweige, Blüthen, Früchte u. s. w. treffen und wir wollen sie in dieser Reihenfolge abhandeln.

1. Veränderungen in den appendiculären Gebilden: Haaren, Warzen, Schuppen, Drüsen u. s. w.

Wir nennen alle diese Gebilde Haargebilde und unterscheiden mit MOQUIN-TANDON eine Abnahme (*Glabrismus*, *Depilatio*) und Zunahme (*Pilosismus*, Verhaarung) derselben.

An manchen Orten erhält oder verliert die Pflanze, je nach den äusseren Umständen, Haare, und wir können diese Depilation oder Behaarung nicht krankhaft nennen. Wir wollen ganz absehen davon, dass bei sehr vielen Pflanzen die Blätter nur im Jugendzustande behaart sind, später, nachdem sie den Dienst des Schutzes und der Aufsaugung feuchter Nahrung verrichtet haben, abfallen; — denn das ist etwas ganz normales, in der Natur der Pflanzen begründetes. An manchen Stellen entstehen aber unter gewissen Umständen Haare, unter anderen nicht. Dahin gehören z. B. die Wurzelhaare. Eine im Wasser vegetirende Wurzel bildet selten oder nie Wurzelhaare aus; sie bedarf deren nicht, da sie mittelst der Oberhautzellen ohne Weiteres aufsaugen kann. Im Boden dagegen sendet jede Wurzel ihre Saughaare aus, in um so grösserer Zahl, je lockerer das Erdreich ist. Diese Wurzelhaare heften sich untrennbar an die Bodenbestandtheile, mit denen sie verwachsen, wie man gar leicht beobachten kann, wenn man Keimlinge in reinem Sande erzieht. Nimmt man ein solches Pflänzchen heraus, so hängt fast an jedem Haar ein oder mehre Körnchen, die man ohne Verletzung nicht abstreifen kann, wie J. SACHS sehr richtig angiebt.

Am zahlreichsten und am stärksten entwickeln sich aber die Wurzelhaare, wenn man Samen in vollkommen feuchter Luft cultivirt. In solcher werden sie allseitig als zarte Saugorgane zur Aufnahme der Nahrung ausgesendet.

Die oberirdischen Theile scheinen sich ähnlich zu verhalten, denn fast alle Wasserpflanzen sind haarlos, andere werden es, wenn man sie in sehr nassen Boden versetzt. Das Kahlwerden des Türkenbundes auf fettem Gartenland war schon LINNÉ bekannt.

Im Allgemeinen nimmt man an, dass die Behaarung mit der Besonnung zunimmt, mit der Lichtverminderung abnimmt. In der Finsterniss sollen die Haare gar nicht zur Ausbildung kommen, was doch noch zu erweisen wäre.

Nach meinen Untersuchungen kann ich überhaupt nicht glauben, dass das Licht auf die Haarbildung wesentlichen Einfluss habe, vielmehr

möchte ich diese Einflüsse der Wärme und den Feuchtigkeitsverhältnissen beimessen. Ich habe gezeigt, dass mehre Pflanzen farbige Säfte mittelst der Haare aufnehmen. Es ist allgemein constatirt, dass die Pflanze um so haarloser ist, je leichter ihr das Bodenwasser erreichbar und je massenhafter es ihr zugeführt wird. De Candolle's Ansicht, dass die Haare die Blätter gegen die Verdunstung schützen, ist daher sicherlich falsch oder höchstens für Knospen und ganz junge Blätter haltbar, denn gerade umgekehrt, wie De Candolle annimmt, zeigen die haarlosen Pflanzen die allerstärkste Verdunstung.

Die Thatsache, dass so manche behaarte Gebirgspflanzen auf gutem Gartenland haarlos werden, hat sicherlich ihren Grund in der vermehrten Wasserzufuhr. Sollte es damit nicht auch zusammenhängen, dass die Kalkpflanzen durchschnittlich stärker behaart sind, als die Sandpflanzen? Die Kalkpflanzen sind ja, wie Hoffmann ausführt, Pflanzen, welche einer höheren Bodenwärme bedürfen.

Locale Enthaarungen sind im Ganzen seltene Vorkommnisse. Wenn, wie meist bei der Füllung der Blüthen, statt der behaarten Staubblätter sich kahle Kronblätter entwickeln, so ist das nur selten als Enthaarung aufzufassen, denn meist entwickelt sich das Kronblatt nicht ohne Weiteres, sondern durch Sprossbildungen aus dem Staubblatt, wie Schultz-Schultzenstein schon mehrfach sehr richtig betont hat, so wenig wir auch mit seinen Definitionen derartiger Gebilde übereinstimmen können.

Weit häufiger sind locale Verhaarungen. Besonders häufig finden sie sich bei atrophischen Pflanzen und Pflanzentheilen, was unsere Ansicht von ihrer Entstehung und Bedeutung für das Pflanzenleben wesentlich stützt. Bei den Weiden hat man oft eine starke wollige Behaarung der Kätzchen (männliche Kätzchen von *Salix triandra L.*) beobachtet, ebenso an den Zweigen von Weiden und vielen anderen Pflanzen, wenn sie schlecht ernährt werden, aus welcher Ursache diese Atrophie auch entspringen möge.

Nicht selten haben die Haare für gänzlich fehlgeschlagene Gebilde eine der veränderten Function des Organs entsprechende Bedeutung; so z. B. die Haare, welche an den fehlgeschlagenen, d. h. blattartig degenerirten Staubblättern so oft hervorspriessen, die Haare der Blüthenstiele mancher Pflanzen (*Rhus cotinus* u. a. A.), wenn die Blüthen unbefruchtet abgefallen sind u. s. w. Zu diesen localen Haarbildungen gehören ferner die Erineum-Bildungen, welche von Persoon und Anderen als Pilze beschrieben und in verschiedene Gattungen gruppirt wurden, während Meyen sie sehr richtig als blosse Haarwucherungen ansah, welche nach der Natur der Pflanze und des Organes, auf welchen sie vorkommen, sehr verschiedenartig sind. Meistens sind diese Haarwucherungen, welche besonders die Blätter von Bäumen und Sträuchern, z. B.

Acerineen, *Cupuliferen*, *Juglandeen*, Weinstöcken u. s. w. befallen, mit Anschwellungen der oberen Blattseite verbunden, während die Unterseite gewöhnlich die Haarrasen trägt. Auf ein genaueres Eingehen in diese *Erineen* oder *Phylleriaceen* müssen wir hier um so mehr verzichten, als sie nur von ganz localer Bedeutung für die Pflanzen sind. Sie sind ein höchst possirliches Beispiel für die Specieswuth der blossen Systematiker, welche freilich selbst zugaben, dass ihre Formen alle möglichen Uebergänge zeigten. Für künftige Forschungen sind statt dieser eitlen Speciesmacherei die Untersuchungen auf die Bedingungen zu richten, unter welchen jene Haarwucherungen vorkommen. Man hat bei mehren *Phylleriaceen* mikroskopisch kleine Pflanzenmilben aufgefunden und betrachtet sie als die Ursache dieser Bildungen. Diese Ansicht bedarf freilich noch sehr der Begründung durch genaue Untersuchungen. In manchen Fällen lassen sich die Milben nicht nachweisen.

Interessant sind die Farben mancher dieser Bildungen, namentlich die schönen rothen und sammetartigen (*Taphrina populina Fr.*).

Wir wollen hier auch sogleich der Verkräuselung der Blätter Erwähnung thun, welche offenbar mit den *Erineen*-Bildungen nahe verwandt ist. Sie besteht in einer Wucherung des Blattparenchyms, welches infolge dessen über die Blattoberfläche hinausdrängt, da die Zellen nebeneinander nicht mehr gehörigen Raum finden. Diese Erscheinung ist also in rein morphologischer Hinsicht den Drehungen der Stengel und Stämme zu vergleichen. Gar nicht selten sind diese Verkräuselungen oder Bullositäten mit Haarwucherungen, namentlich (wie bei der Johannisbeere) mit Drüsenhaarbildungen verbunden. Pilze scheinen dabei so wenig eine Rolle zu spielen, wie die Blattläuse, welche dagegen häufig durch die Drüsenabsonderungen angelockt werden.

Beim Weinstock hat MEYEN[1]) zuerst eine solche Verkräuselung der Blätter untersucht, welche hier durch Verlängerung der Zellen des Diachyms der unteren Blattseite veranlasst wird. Diese Erscheinung ist nicht selten. Ich fand sie im höchsten Grade ausgeprägt bei *Pyrus torminalis*. Die Pallisadenzellen waren sehr gestreckt, die Zellen in der Nähe der unteren Blattseite hatten sich nicht nur verlängert, sondern algenartig gestreckt und verästelt, so dass zwischen ihnen grosse Luftlücken gebildet waren. Pilzbildung war auch nicht in der geringsten Spur nachweisbar. Ein abnormer, braunroth gefärbter Zellsaft füllte die Gefässbündel, von denen aus er das ganze Gewebe gefärbt und verändert hatte. Da ich diese Erscheinungen bei verschiedenen Pflanzen nur an trockenem Material untersuchen konnte, so wage ich kein Urtheil über die Ursache; nur liegt jedenfalls eine abnorme Ernährung zu Grunde.

1) A. a. O. p. 253.

Natürlich sehen wir hier ab von den gröberen, theils durch thierische, theils durch pflanzliche Einflüsse hervorgerufenen Auftreibungen, welche in den betreffenden Abschnitten besprochen werden.

Eine Heilmethode für diese Gebilde lässt sich ebenfalls nicht angeben, da wir über ihre Ursachen so gut wie nichts wissen, auch dürfte die Cur kaum lohnend sein.

2. Veränderungen der Stengelgebilde.

Diese können entweder in abnormen Dimensionsverhältnissen oder in abnormen Gestaltungen liegen. Für die ersten unterscheidet man Verzwergung und Verriesung.

Die Verzwergung hat drei Ursachen; erstlich Verkürzung der Vegetationszeit; zweitens Verkümmerung durch schlechte Nahrung (Atrophie); drittens Zerstörung wichtiger Ernährungsorgane.

Die erste Ursache ist die natürlichste, für die Cultur, wo eine Zwergbildung beabsichtigt wird, die empfehlenswertheste. Sie besteht darin, dass man den Pflanzen, wie es z. B. auf den Alpen und in der Nähe der Pole die Natur vollzieht, Licht, Wärme und die kräftigste Nahrung plötzlich in grossen Mengen zuführt, so dass sie genöthigt sind, in kürzester Zeit ihre ganze Entwickelung zu durchlaufen. Kerner hat ausführlich mitgetheilt, wie man durch Anhäufung von Schnee und Eis in den Anlagen zur Cultur alpiner und polarer Gewächse, durch Begiessen der angehäuften Massen am Vorabend kalter Winternächte u. s. w. die Vegetation so lange zurückhalten könne, bis den Pflanzen die intensivste und längste Bestrahlung zu Gute kommt. Aehnliches kann man bei Topfgewächsen erreichen, wenn man sie möglichst trocken an kühlen Orten stehen lässt, bis die günstigste Zeit zu ihrer Entwickelung gekommen ist.

Nun müssen sie sich rasch entwickeln, rasch blühen und fruchten; sie bilden kurze Internodien, bleiben daher niedrig und zwergartig, wie so viele Alpenpflanzen. Es versteht sich wohl von selbst, dass nicht jedes Gewächs sich so behandeln lässt. Hier kommt wiederum das Naturell der Gewächse im hohen Grade in Betracht. Man kann daher nicht jede Pflanze ohne Weiteres zwergartig ziehen.

Die chinesischen Zwergculturen bestehen lediglich darin, dass man einzelne Theile, Zweige und Ableger älterer Pflanzen, so z. B. der Obstbäume, zur Bewurzelung bringt und so wenigstens im ersten Jahre an zwergartigen Pflanzen Blüthen und Früchte erzeugt. Solche Pflanzen sind aber unächte Zwerge und meist von sehr kurzer Lebensdauer.

Aechte Verzwergung entsteht zweitens und kann künstlich hervorgerufen werden durch sterilen und trocknen Boden. *Plantago major L.* erreicht in Lappland auf gutem Boden Mannshöhe, während sie auf sterilem von Linné in halbzölligen Exemplaren beobachtet wurde. Aehn-

liche Zwergexemplare von *Plantago major L.*, von *Triticum repens L.* u. a. fand ich an der Westkante des Helgolander Felsens, während *Triticum repens L.* an einer feuchten Stelle bei der Treppe eine Höhe von 10 Fuss erreichte. Dasselbe kann man aber auch durch Cultur erlangen und hat diese Methode vor der erstgenannten den Vorzug, dass bei ihr meist die ganzen Pflanzentheile, Blatt- und Stengelgebilde, ja selbst die Blüthen, gleichmässig verkleinert werden. Doch ist diese Methode mit vorsichtiger Auswahl des Bodens anzuwenden. Wenn auch steril und dürr, darf der Boden doch nicht abnorm sein, sonst wird man nicht bloss Zwerge, sondern abnorm gebildete Krüppel erhalten.

Ferner ist hier wieder die Erblichkeit zu berücksichtigen, denn auch der zwerghafte Wuchs vererbt sich durch den Samen. Die Gärtner wählen daher zur Erziehung von zwerghaften Blumen oder Pflanzen den Samen der kleinsten Blüthen und Pflanzen aus, und ebenso den von riesigen Blüthen und Pflanzen, um grosse Blumen oder Riesenexemplare zu erzielen.

Eine dritte Ursache der Verzwergung ist, wie BONNET und SÉNEBIER zuerst nachgewiesen haben, die Entfernung wichtiger Ernährungsorgane namentlich der Blätter. Unter diesen sind die *Cotyledonen* besonders zu berücksichtigen, da sie den Keim ernähren und so das ganze künftige Gedeihen der Pflanze beeinflussen. Entfernt man nach vollendeter Keimung vorsichtig die *Cotyledonen* ganz oder theilweise und verhindert die Fäulniss der Wunde, so erhält man zwergige Exemplare. BONNET machte diesen Versuch zuerst an Bohnen und an einer Eiche. Das Erziehen von Zwergblumen wird man wesentlich unterstützen, wenn man kurz vor dem Oeffnen der Blüthen die Stützblätter, Deckblätter, Kelchblätter u. s. w. entfernt und den Samen später von solchen Blüthen sammelt.

Die Combination einer hochwüchsigen Pflanze mit einer von Natur zwergigen durch Pfropfung und Oculation gehört natürlich nicht hierher, denn sie ist etwas ganz Normales.

Es liegt in der Natur der Pflanzen mit unbegrenzter Vegetationsperiode, dass sie bei hohem Alter ausserordentliche Dimensionen erreichen können. Derartige Riesen sind also ebenfalls ganz normal und gehören nicht in die Teratologie. Wirkliche Verriesung ist entweder Folge sehr kräftiger Ernährung oder ausserdem Folge langsamer Entwickelung. Im ersten Fall betrifft die Verriesung alle Pflanzentheile, im letzten vorzugsweise die Stengel.

Fast alle Culturpflanzen[1] werden auf dem nahrhaften und lockeren

[1] Es giebt indessen auch für andere Gewächse Beispiele genug für die Verriesung auf zu nahrhaftem Boden und wir brauchen die Literatur dafür nicht auszubeuten, da derartige Beobachtungen Jeder machen kann. FLEISCHER (Missbild. p. 25 ff be-

ihnen dargebotenen Boden kräftiger und grösser als ihre wilden Genossen. Ganz besonders einflussreich ist dabei die Bewässerung. Zahlreiche Pflanzenarten zerfallen in kleine, niedrige und grosse, hochwüchsige Varietäten, die ersten dem trocknen, die zweiten dem feuchten Standort entsprechend. Meistens freilich sind die Pflanzen des feuchten Bodens leichter und gehaltloser, wenigstens, wenn eine gewisse Grenze der Feuchtigkeit überschritten wird.

Bringt man Alpenpflanzen unter gewöhnlichen Verhältnissen auf gutes Gartenland, so gehen die meisten sehr bald zu Grunde, einzelne aber verlieren den gedrängten Alpenwuchs, dehnen ihre Internodien und verriesen.

Sehr viele Pflanzen nehmen an halbschattigen Standorten ausserordentliche Dimensionen an, doch ist hier wohl die an solchen Orten gewöhnliche Feuchtigkeit Schuld daran, nicht aber, wie Sachs annimmt, die Art der Beleuchtung [1].

Höchst merkwürdig, aber von Seiten der Wissenschaft leider ganz unbeachtet geblieben, ist die Erfahrung der Gärtner, dass manche, selbst niedrige Wildlinge, die auf sie übertragenen Pfropfreiser zur Verriesung veranlassen.

Moquin-Tandon [2]) giebt über die Missbildungen der Organe folgende Uebersicht:

Missbildungen.

Classen.			Ordnungen.
I. Nach d. Volumen	durch Abnahme		1. Verkümmerungen.
	„ Zunahme		2. Vergrösserungen
II Nach der Form	durch unregelmässige Umbildung		3. Verstaltungen.
	„ regelmässige Umbildung		4. Pelorienbildungen.
	„ Umwandlung eines Organs in ein anderes		5. Umwandlungen.
III. Nach Ort und Stelle	durch Veränderung der Art des Zusammenhanges	Verwachsung	6. Verwachsungen.
		Trennung	7. Trennungen.
	durch Veränderung von Lage und Stellung der Organe		8. Versetzungen.
IV. Nach der Zahl der Organe	durch Veränderung		9. Fehlschlagungen.
	„ Vermehrung		10. Vervielfältigungen.

Moquin-Tandon geht dabei von der Voraussetzung aus, dass die

---

schreibt eine Hypertrophie der Kümmelpflanze, wo die Wurzeln sowohl wie der Stengel sich überreich verzweigen, oft sogar in einer Blattachsel mehre Knospen sich entwickeln u. s. f.

1) Solche scheinbar kräftige Pflanzen sind sehr schwächlich. Wird ihnen der Schutz genommen, so pflegen sie im Sonnenschein und Wind rasch zu welken, selbst dann, wenn ihre Art sonnigen Standort liebt.

2) Tératologie p. 109.

Missbildungen angeboren seien, trotzdem aber behauptet er, sie vererbten sich nicht. Diese Sätze widersprechen einander geradezu. Alle Missbildungen sind in ihrer ersten Entstehung entweder durch rein äussere Verhältnisse oder durch die Ernährung hervorgerufen und hier können wir drei Fälle unterscheiden: Atrophie, Hypertrophie und Allotrophie. Wir glauben aber die Umbildungen der Stengelgebilde, der Blattgebilde und der ganzen Pflanzentheile bei unserer Besprechung trennen zu müssen und fahren daher hier in der Betrachtung der Stengelmissbildungen fort, indem wir mit den nöthigen Modificationen von dem MOQUIN-TANDON'schen Schema Gebrauch machen.

So erhalten wir für die Stengel folgende Uebersicht:

Missbildungen der Stengel.

I. Nach dem Volumen	1. Atrophie und Abort. 2. Hypertrophie und Vergrösserung.
II. Nach der Gestalt	3. Anschwellungen und Masern. 4. Verbreitungen (*Fasciationes*). 5. Spaltungen.
III. Nach d. Anordnung	6. Verwachsungen. 7. Trennungen. 8. Stellungsänderung und Drehung.
IV. Nach der Zahl	9. Verminderung. 10. Vervielfältigung.

1. Atrophie und Abort.

Die Verkümmerung der Hauptachse äussert sich in der Regel nur in Form der Verzwergung. Die Verkümmerung der Nebenachse tritt in reinster Form als Dornbildung auf. Solche Stengeldornen zeichnen bekanntlich mehre Pflanzenfamilien in fast allen ihren Vertretern aus, sobald dieselben auf sterilem Boden wachsen, so z. B. die *Pomaceen*. Diese Stengeldornen haben natürlich die reguläre axillare Stellung. Auf gutem Boden treten an die Stelle dieser Dornen gewöhnliche Laub- und Blüthenzweige, worin der beste Beweis liegt, dass die Dornbildung Folge eines atrophischen Zustandes ist. Bisweilen treten auch in Folge schlechter Ernährung dornartige Achsenverkümmerungen an Pflanzen auf, welche dergleichen im wilden Zustand niemals zeigen.

Bei der Dornbildung ist die Ursache der Atrophie im Boden allein zu suchen. Es gehören hierher zum Theil auch die Rankenbildungen, welche in diesem Fall analog den Dornbildungen als Stengelranken von den Blattranken zu unterscheiden sind. Solche Stengelranken entstehen z. B. bei den *Ampelideen* aus Blüthenstielen und sind daher gleich diesen verzweigt. Oft erkennt man die Infloreseenz an der Gestalt der Stengelranke wieder, so sehr oft beim gemeinen Weinstock.

Streng genommen müssen wir auch eine grosse Zahl der *Fasciationen* als Achsenverkümmerungen auffassen, jedoch ist bei diesen die Ursache nicht im Boden, sondern, wenigstens oft, in einem Abortiren der Terminalknospe durch äussere Anlässe zu suchen. Wir wollen darauf bei den Stengelverbreitungen überhaupt zurückkommen.

Das gänzliche Fehlschlagen der Seitenknospen ist eine so ganz allgemein verbreitete Erscheinung, dass man sie meist nicht als abnorm auffassen kann. Fast bei allen Holzpflanzen abortirt ein grosser Theil der Axillarknospen und darauf beruht der verwickelte Astbau und ein Theil der Charaktereigenthümlichkeiten, der physiognomischen Bilder unserer Laubbäume[1]. Aber auch ganz unregelmässig und unabhängig von der Pflanzenart schlagen häufig Knospen fehl, wofür der Hauptgrund das Vorhandensein einzelner sehr kräftiger Triebe ist. Will man daher an bestimmten Stellen die schlafenden Augen zum Treiben bringen, so kann man das leicht bewerkstelligen durch Einstutzen der in ihrer Nähe befindlichen Triebe.

2. Hypertrophie und Vergrösserung.

Die Vergrösserung von Achsengebilden über ihr gewöhnliches Maass ist eigentlich immer Hypertrophie, d. h. von zu starker Ernährung abhängig. Diese kann aber auf zwei ganz verschiedenen Wegen zu Stande kommen, erstens durch zu grosse Nahrungszufuhr vom Boden[2] her und zweitens durch Veränderung des Pflanzenumfanges. Schneidet man nämlich z. B. an einem Holzgewächs sämmtliche Triebe bis auf einen oder einige weg, so werden diese ungewöhnlich stark ernährt und man wird ein riesenhaftes Product erhalten.

Dieser Kunstgriff ist ganz allgemein anwendbar; die Gärtner benutzen ihn, um durch Auskneipen der jungen Früchte, Blüthen, Laubtriebe u. s. w. ungewöhnlich grosse Trauben, Früchte, Blumen u. s. w. zu erhalten.

Selbstverständlich schliessen wir hier alle durch eigentliche Vergeilung hervorgerufenen Stengelverlängerungen aus, denn diese, deren wir schon bei den Lichteinwirkungen gedacht haben, sind nicht übermässig kräftige, sondern übermässig schwächlich entwickelte Stengelgebilde.

---

1) Bei den meisten *Monocotyledonen* schlagen die Axillarknospen fehl, besonders bei den Gräsern. Hier ist das Treiben derselben Ausnahme.

2) Beispiele für die Vergrösserung ganzer Pflanzen und einzelner Organe lassen sich überall auffinden. Wir erinnern hier noch an FLEISCHER's Angabe über die Verlängerung der Doldenäste bei *Carum carvi L.* auf fettem Boden. (S. FLEISCHER, Missbild. p. 27). Die Doldenäste sind dabei meist sämmtlich von gleicher Länge und richten sich senkrecht aufwärts.

Etwas anders verhält es sich mit den sogenannten Wasserreisern, Wasserloden, Wurzelschösslingen u. s. w.; diese gehören allerdings in unser Gebiet, obgleich der Gärtner sie ebenfalls als Vergeilungen bezeichnet.

Alle diejenigen Gebilde, welche man unter den obigen Namen, ferner unter den Bezeichnungen Sommerloden, Wasserschösslinge, Nebenschosse, Wasseräste, Räuber u. s. w. begreift, haben, so verschieden sie auch in der Erscheinung sind nach dem Ort und der Art und Weise ihres Auftretens, doch nur eine gemeinsame Ursache, nämlich: Hemmung des Vegetationsprocesses in irgend einem Pflanzentheil und infolge davon das Auswachsen der Axillarknospen oder Bildung von Adventivknospen an anderen Theilen der Pflanze[1]).

Wo man an einer Holzpflanze eine Verwundung wahrnimmt, da entstehen meist an dem unteren Wundrande Wasserreiser, ebenso treibt die Wurzel eines abgehauenen Stammes leicht aus Adventivknospen dergleichen, so auch der Stumpf selbst unter der Wundfläche; aus demselben Grunde zeigen auch gepfropfte Bäume so grosse Neigung, Wurzelschösslinge zu bilden, denn es tritt in den ersten Jahren fast immer eine Hemmung der Saftbewegung ein, welche constant werden kann, wenn das Edelreis weniger kräftig ist als der Wildling.

Natürlich muss man bei veredelten Pflanzen sowohl die Wurzelschösslinge als auch die am Stamm des Wildlings hervorbrechenden Wasserreiser sorgfältig entfernen, weil durch sie dem Edelreis die Nahrung entzogen wird; jedoch ist bei ihrer Entfernung grosse Vorsicht vonnöthen. Es wird nämlich durch das Abschneiden abermals eine Hemmung des Saftstromes veranlasst, welche die Ausbildung von Adventivknospen sehr begünstigt. Diese muss man aber durchaus unterdrücken, wenn der Baum nicht zeitlebens an Masernbildung leiden soll, denn, wie wir später sehen werden, ist das Entfernen der Wasserreiser eine der Hauptveranlassungen dieser sehr unangenehmen Erkrankung, welche bei jungen Bäumen leicht ein Absterben des Edelreises, jedenfalls ein Verkümmern desselben zur Folge hat und stets der Krone, auch nicht gepfropfter Bäume, mehr oder weniger Eintrag thut. Das beste Mittel zur Verhütung dieses Uebelstandes ist ein dickes Pflaster und fetter, über die Wunde möglichst weit hinausreichender Verband. Ist aber zu fester und zu stark gedüngter Boden die Ursache der Lodenbildung, so muss man ausser der

1) Es gehören hierher eigentlich auch diejenigen Fälle, wo Achsen, welche für gewöhnlich nicht zur Entwickelung gelangen, sich ausbilden, so z. B. die Spindeln der Aehrchen der *Hordeaceen*. Dadurch entstehen die zusammengesetzten Aehrchen. Bekannt ist das für den Mumienweizen. Auf Helgoland fand ich auf fettem Boden *Lolium perenne L.* und *Triticum repens L.* mit zusammengesetzten Aehren.

Behandlung der Wunde nach dem Entfernen der Loden auch ein Versetzen des Baumes auf geeigneteren Boden vornehmen, wenn nicht die Krankheit an anderen Stellen aufs Neue hervorbrechen soll. Auch vorsichtiges Längsringeln des Baumes ist empfehlenswerth, vorausgesetzt, dass übrigens das Nöthige geschehen sei zur Verhütung der Recidive.

Bei Obstbäumen treten derartige Reiser oft mitten unter den Fruchtzweigen auf. Man thut hier am besten, sie bis auf wenige Augen einzustutzen, wodurch sie oft in gute Fruchtzweige verwandelt werden. Lässt man sie wachsen, so geben sie gar keine oder schlechte Früchte. Ihre Entstehung ist hier oft Folge eines überreichen Fruchtertrages, unter allen Umständen Folge einer Hemmung des Saftstromes.

In unzähligen Fällen nehmen die Achsentheile der Blüthe ungewöhnliche Dimensionen an, so nach meinen, LÜHRSEN's, CASPARY's und FLEISCHER's Beobachtungen bei *Trifolium repens L.* und *Tr. hybridum L.*, nach CRAMER bei *Thysselinum palustre Hoffm.* In allen diesen Fällen sind die Blüthenstiele ungemein verlängert, bei *Thysselinum* auch vermehrt; die primäre Dolde (CRAMER, Bildungsabw. p. 68) war 25 strahlig, die secundären trugen bis 40 Blüthen, beide waren verlängert. Bei Cruciferen, so z. B. bei Capsella u. a. tritt oft unter dem Pistill ein langer Stempelträger hervor.

Hierher müsste man auch eine grosse Anzahl der Stengelanschwellungen zählen, welche in ihrer Entstehungsweise unmittelbar an hypertrophische Stengelbildungen sich anschliessen. Wir besprechen sie zunächst.

3. Stengelanschwellungen und Maserbildungen.

Es walten hier, wie wir soeben andeuteten, genau dieselben Veranlassungen ob wie bei der blossen Hypertrophie der Stengel, nämlich: die Ursache ist stets eine starke, übermässige Ernährung, während diese veranlasst sein kann

1) bloss durch den Boden,

2) begünstigt durch Hemmung im Wachsthum.

Daraus geht auch zugleich der Unterschied von der vorigen Gruppe hervor. Bei jener nämlich wurden diejenigen Stengelhypertrophieen besprochen, bei denen der ganze Stengel ungehemmt, normal, nur übermässig stark sich ausbildete, wenn auch oft begünstigt durch Hemmung anderer Theile derselben Pflanze.

Hier sollen aber diejenigen Gebilde Besprechung finden, bei denen nur Theile des Stengels hypertrophisch werden und wo meist zur übermässigen Ernährung von Seiten des Bodens noch eine Hemmung des Stengels selbst hinzu kommt.

Die hierher gehörigen Erscheinungen sind so verschiedenartig wie

die Pflanzen und Pflanzentheile, an denen sie vorkommen. Wir müssen uns hier auf dasjenige beschränken, welches praktisch am meisten Verwerthung findet.

Ein sehr wesentlicher Unterschied tritt hier hervor zwischen saftigen, fleischigen Pflanzenstengeln einerseits und holzigen andererseits.

Es scheint, dass fast alle krautigen Pflanzen unter Umständen ihre Stengel bedeutend verdicken können und stets ist mit solcher Verdickung eine Verkümmerung der peripherischen Organe, besonders der Blüthentheile verbunden, vielmehr ist diese als die Ursache der Stengelverdickung aufzufassen.

Jede Hemmung in der Entfaltung und Entwickelung der peripherischen Organe hat eine Stengelverdickung zur Folge, sofern der Stengel überhaupt noch entwickelungsfähig ist und nicht zu Grunde geht in Folge der gehinderten Assimilation.

Die Ursache ist stets Hemmung auf der einen Seite und Hypertrophie auf der andern.

Die Kohlsorten sind sämmtlich in der Blüthenbildung gehemmt, daher vergrössern sich ihre Blätter. Werden auch diese gehemmt, so verdickt sich der Stengel; so bei der Kohlrübe, der Steckrübe, dem Kohlrabi u. s. w.

Gar viele Pflanzen kann man auf dieselbe Weise, nämlich durch Unterdrückung, z. B. Abkneipen der jungen Blüthenknospen und des Laubes zu Stengelverdickungen zwingen. Dabei vermehrt der Stengel die Parenchymzellen, so dass die holzigen Theile zuletzt einen verschwindend kleinen Antheil am Stengel haben, und gerade das ist für die Cultur so wichtig, weil es hier meist darauf ankommt, bei Vermehrung der Masse ein möglichst zartes Product zu erhalten.

Rettich und Radieschen, Mohrrüben, Runkelrüben, Petersilienwurzeln, Mairüben, Sellerieknollen, Artischocken, Cardonen, Schwarzwurzeln u. s. w. sind dergleichen verdickte Stengelgebilde von Pflanzen, welche im wilden Zustande ganz dünne, spindelige Caudices und Stengel erzeugen, durch Cultur aber bei starker Ernährung und Hemmung der Blüthenbildung jene Theile ungemein verdicken.

Etwas Aehnliches sind auch diejenigen knotigen Stengelanschwellungen, welche man so häufig bei mehren Gräsern, namentlich bei *Phleum pratense L.* (*Phl. nodosum L.*) und bei *Alopecurus pratensis L.* auf fettem und nassem Boden findet. Das *Phleum* fand ich häufig in der *Flora Jenensis* und auf schwerem Boden auf Helgoland. Auch diese Eigenschaften sind erblich und können daher durch sorgfältige Samenauswahl erhöht werden, selbstverständlich, bei passender Behandlung der Sämlinge. Auf schlechtem Boden und bei unvorsichtiger Behandlung dege-

neriren die verdickten Stengel wieder, besonders dann, wenn, wie man sich ausdrückt, die Pflanze in Samen schiesst oder durchgeht.

Dass wirklich die Hemmung der Blüthenentwickelung Ursache der Krankheit ist, zeigt die Thatsache, dass sehr verschiedene Verletzungen oder Hemmungen der Blüthenknospen das nämliche Resultat für den Stengel ergeben, sei die Verletzung eine künstlich durch Menschenhand hervorgerufene oder durch Insectenstich veranlasste oder sei eine innere Ursache der Hemmung vorhanden. Zu diesen Gebilden, die wir krautige Masern nennen könnten, gehört auch ohne Zweifel die Windsucht oder *Tympanitis*, wie sie z. B. FLEISCHER (Missb. p. 47) für *Dipsacus Fullonum L.* beschreibt. Sie ist nichts weiter als eine hypertrophische Auftreibung hohler, vielleicht in der Entfaltung der Blüthenorgane gehemmter Stengel. Förmliche Masern beschreibt derselbe am Raps (a. a. O. p. 1 ff.).

Obschon von derselben Ursache abhängig, durch dieselben Veranlassungen eingeleitet, ist doch bei den Holzgewächsen die Stengelanschwellung in ihrer Form eine wesentlich andere. Diese Verschiedenheit ist in dem verschiedenen Bau der holzigen und fleischigen oder krautigen Stengel begründet; sie hängt mit einem Wort bei den Holzgewächsen von der Jahresverdickung ab.

Die hierher gehörigen Stengelanschwellungen fasst man unter dem Namen der Maserbildungen zusammen und wir wollen den Ausdruck Maser auf diese Gebilde beschränken.

Die Maserbildung wird hervorgerufen durch Anschwellung oder Anhäufung der einzelnen Jahresringe.

Wir müssen daher hier zur Verständigung an die Natur der Jahresringe erinnern. Es kann nach dem Vorgesagten selbstverständlich ächte Maserbildung nur bei solchen Bäumen vorkommen, welche einen Cambialcylinder besitzen, wobei es offenbar gleichgültig ist, ob durch den Unterschied der Jahreszeiten eine deutlich sichtbare Zonenbildung auf dem Querschnitt hervortritt eigentliche Jahresringe, oder ob, wie bei so vielen Tropenbäumen, die Ausbildung des Cylinders eine fast gleichmässige ist. Der Cambialcylinder schwillt an, erstlich da, wo er besonders kräftig ernährt wird, und zweitens da, wo der Bewegung des Saftstromes ein Hinderniss entgegen tritt. Aus diesem Grunde kann bei älteren Bäumen das Mark fast nie centrirt sein. Die Ernährung der Jahresringe hangt nämlich ab von der Wurzelbildung und von der Astbildung. Stärkere und reicher belaubte Aeste bringen einen stärkeren Stoffwechsel und in Folge davon einen lebhafteren Saftstrom hervor: dieser aber hat auf die Ausbildung des Cylinders den bedeutendsten Einfluss. Daher schwellen die Ringe unterhalb der starken Aeste mächtiger an als an den übrigen Theilen des Stammumfanges und oft soviel stärker, dass schon bei unseren Laub- und seltener Nadelbäumen nicht selten der unter einem kräftigen Ast befind-

liche Stammtheil wellenartig, ja fast bandförmig vorspringt, wie es bei vielen Tropenbäumen das gewöhnliche ist. In der Regel verbindet ein solcher Stammvorsprung einen kräftigen Ast mit einer nicht minder kräftigen Wurzel, denn die Astbildung hat auf die Wurzelbildung ausserordentlichen Einfluss.

Bei diesen Verdickungen und Excentricitäten der Jahreslagen sind die Elemente des Holzes in ihrem Verhältniss zu einander ungestört und im Gleichgewicht und darin unterscheiden sie sich wesentlich von den Verdickungen fleischiger Stengel.

Solche Verdickungen einzelner Theile des Cambialcylinders können aber ebensogut wie durch die Ast- und Wurzelbildung durch jede andere Veranlassung hervorgerufen werden, welche die Ernährung befördert. Treten solche Anlässe local an einzelnen Theilen des Stammes oder seiner Aeste auf, so entstehen locale Schwellungen. So z. B. findet man regelmässig die Ueberwallungscylinder aller Wunden angeschwollen. An einer überwallenden Wunde, besonders einer Transversalwunde, bilden sich die Jahreslagen mächtiger aus. Hier ist der Grund kein anderer als die Hemmung des Saftstroms durch Unterbrechung der Continuität des Cambialcylinders. Die Ueberwallungen sind daher eigentlich die einfachste Form der Maserbildung.

Entwickeltere Masern entstehen da, wo die Transversalwunde eines glatt am Stamme weggeschnittenen Astes überwallt. Nach vollkommen geschlossener Ueberwallung hat sich hier ein kleiner stumpfer Hügel gebildet, verschieden gross nach der Pflanzenart.

Verwickeltere Masern, Masern im engeren und gemeinen Sinn des Worts entstehen da, wo mehre dicht beisammenstehende Zweige entfernt werden. Hier sucht jede der vorhandenen Wunden einen solchen Hügel zu bilden; da diese dicht beisammen stehen, so dringen sie gegen einander und bilden unregelmässige Wülste. Hier kommt aber noch etwas anderes hinzu, nämlich die Spiegelfaserbildung, welche die Masern bei schönfarbigen und harten Hölzern für die Technik so werthvoll macht. Diese hat folgendes sehr einfache Verhältniss als Entstehungsgrund.

Jeder Baumzweig, mag er nun aus einer Adventivknospe oder aus einer Axillarknospe hervorgegangen sein, entspringt natürlich vom Mark oder in einem bestimmten Jahresring, da er in einem bestimmten Jahr vom Cambialcylinder, also vom cylindrischen Gefässbündel des Stammes oder Astes, ausgesendet wurde. Auf die inneren Holzlagen übt er also keinen Einfluss, die äusseren muss er aber nothwendig verschieben, denn er durchsetzt sie sämmtlich. Die Seitenachsen sind daher eigentlich als beständige Wunden der Hauptachse zu betrachten, welche nicht nur die Cambialcylinder derselben conisch verschieben, sondern an der Aussenfläche eine Verschiebung hervorrufen, welche der Ueberwallung wirklicher Wunden analog ist. Dieses Ver-

hältniss würde selbst dann eintreten, wenn der Ast oder Zweig von seiner Ursprungsstelle an die nämliche Dicke behielte. Dem ist aber nicht so. Die Nebenachse verdickt sich eben so gut wie die Hauptachse alljährlich durch einen Jahrescylinder; es geht also daraus die nothwendige Folge hervor, dass die Cambialcylinder des Stammes von Jahr zu Jahr grössere Störungen durch den Ast erleiden, der sich immer stärker verdickt, je länger er an seiner Basis schon von den Stammcylindern umwallt wurde. Er verdickt sich aber auch noch kurze Zeit innerhalb des Stammes und daher sowie von dem Druck, den der Stammcylinder auf ihn ausübt, rührt seine meist beträchtliche Härte, die beim Zersägen und Spalten des Holzes an den sogenannten Knoten unangenehm hervortritt, während die Fournirschneider diese Knoten lieben wegen der schön geschwungenen Linien, in denen sich die Jahreslagen um sie (die Spiegelfasern) herumwinden.

Wird ein Ast abgesägt, so verdickt er sich anfänglich noch stärker innerhalb der Hauptachse. Schneidet man also eine grosse Zahl von dicht beisammen stehenden Zweigen ab, so muss eine grosse Zahl verdickter Stümpfe entstehen, deren jeder keilförmig im Stamme wurzelt. Da sie neben einander nicht Raum finden, so treten sie als grössere oder kleinere Auftreibungen, Masern hervor.

Für gewöhnlich stehen nun die Seitensprossen nicht so dicht, dass eine derartige Maserbildung binnen Kurzem zu befürchten wäre. Diese Form der Masern bildet sich daher meist langsam aus, ist aber trotzdem dem Baume sehr nachtheilig und auf alle Fälle hässlich. Die grossen knolligen Masern werden nämlich dadurch hervorgerufen, dass, wenn man Zweige entfernt, bei sehr vielen Holzpflanzen, besonders bei zu starker Ernährung oder bei Hemmungen der Saftströmung, sich in der Nähe, besonders unterhalb der Wunde, aus Adventivknospen Wasserreiser bilden. Diese brechen oft in grosser Anzahl und dicht beisammen hervor, und um so zahlreicher, je häufiger sie entfernt werden. Daher entstehen an solchen Bäumen oft Masern, welche den Stammumfang weit übertreffen, denn jedes abgeschnittene Reis bildet eine kleine Anschwellung, welche sich mit allen übrigen summirt. Die dadurch hervorgerufene Säftestockung begünstigt wieder die Lodenbildung, so dass der Baum an solchen Stellen einen förmlichen Bartwuchs [illegible] Zweige erzeugt. Natürlich findet diese Maserbildung am häufigsten bei denjenigen Bäumen statt, welche am leichtesten Adventivzweige ausbilden. Die geköpften Weiden entwickeln bei häufigem [illegible] zuletzt riesige kugelige Köpfe. Alle unsere [illegible] werden durch das Stutzen und Köpfen knorrig und wulstig und es kann daher nichts Abgeschmackteres geben als das Stutzen und Köpfen von Holzpflanzen, welche als Zierde in Anlagen, an Strassen, Häusern u. s. w. gepflanzt

sind. Zu dem scheusslichsten derart, was ich je gesehen, gehört die Lindenallee am grossen Alsterbassin in Hamburg, wo man der freien Aussicht der Hausbewohner wegen die Bäume zu wahren Scheusalen verstutzt hat.

Die Pappeln und Linden, auch die Eschen und Rüstern unserer Anlagen und Alleen zeigen am untern Stammtheil oft ungeheure Auswüchse, welche sie der unvorsichtigen Entfernung der Wasserreiser verdanken. Diese Anschwellungen pflegt man auch Maserkröpfe oder Kropfmaser zu nennen.

Man muss in dieser Beziehung auch bei den Gewächshauspflanzen sehr vorsichtig zu Werke gehen, um die so hässliche Maserbildung in Folge des Schnittes zu verhüten. Namentlich solche Pflanzen, denen man eine baumartige Form giebt, zeigen oft die abscheulichsten Maserkröpfe, so z. B. *Myrtaceen*, besonders *Myrtus* und *Banksia*, ferner Granaten, Akazien, *Casuarinen* u. a. Das einzige Mittel ist die Anwendung eines passenden Pflasters, nachdem man die Wasserreiser oder Adventivknospen entfernt hat.

Dass eine grosse Kropfmaser, welche sich ringförmig um den ganzen Baum ausdehnt, zuletzt durch vollständige Unterbrechung des Saftstroms den darüber befindlichen Stammtheil zum Absterben bringen kann, hat nach unserer Anschauung nichts Auffallendes mehr. MEYEN (Pathologie p. 92, 93) gab dafür, seiner abenteuerlichen Theorie von der Saftbewegung und dem Wachsthum der Holzpflanzen entsprechend, eine sehr gezwungene Erklärung.

Ich darf hier nicht unerwähnt lassen, dass mit der Maserbildung durch Vervielfältigung der Adventivknospen häufig noch zweierlei Erscheinungen verbunden sind, nämlich wellenförmige Ausbiegungen des Cambialcylinders und Drehungen. Die wellenförmigen Oscillationen der Jahreslagen mögen zwar sehr verschiedene Veranlassungen [1]) haben; doch sind sie bei der Spiegelfaserbildung und bei den Kropfmasern sehr häufig, besonders bei harten Hölzern. Ebenso ist es mit den Drehungen des Holzcylinders, die keineswegs immer spontan auftreten, durch Gewebemodificationen, verschiedene Entwickelung der Gewebetheile u. s. w. hervorgerufen werden, wie unsere Physiologen uns glauben machen wollen, sondern sehr oft durch Störungen in der regelmässigen Holzablagerung, namentlich Maserbildungen und Wunden, veranlasst sind. Daher tritt die Drehung oft erst in ziemlich hohem Alter des Baumes hervor.

Ich besitze einen Kieferdurchschnitt mit einer sehr schönen dreijäh-

---

1) Norwegisches Eschenholz zeigt fast immer starke Wellenbildung durch die ganze Holzmasse.

rigen Auslösung, welche in Folge einer starken Stammverletzung hervortrat. Im vierten Jahr fand eine Verletzung an der gegenüberliegenden Seite statt. In Folge der Ueberwallungen zeigten alle folgenden Jahresringe sehr starke Rechtsdrehung nur soweit die Wunde reichte, während der ausgelöste Kern fast ganz ungedreht verläuft.

Die Oscillationen der Jahreslagen finden übrigens bei manchen Hölzern ganz regelmässig ringsum die Astkeile, d. h. die im Stamm befindlichen keilförmigen, conischen Basen (Wurzeln) der Seitenachsen statt. So kommt es fast immer bei der Rothbuche (*Fagus silvatica L.*), bei der Esche und anderen Bäumen vor.

Die Maserkröpfe bilden sich sehr häufig an den Wurzeln solcher Bäume aus, welche nicht leicht Adventivknospen zur Entwickelung bringen. So z. B. bilden unsere einheimischen Nadelhölzer oft grosse Wurzelmasern, wenn ihre Wurzeln entblösst sind. Die hier entspringenden Adventivknospen kommen nicht ordentlich zur Ausbildung; sie werden abgetreten, von Thieren abgenagt u. s. w. und sie bilden, da die Jahresringe dieser Knospen nicht nur sich fortbilden, sondern meist übermässig anschwellen, grossknollige Masern. Ich besitze ein achtjähriges Fichtenstämmchen mit zahlreichen derartigen Maserbildungen an allen grösseren Wurzelästen.

Die grösste Maser meiner Sammlung befindet sich auf der Wurzel eines jungen Buchenstammes, der an der Basis wiederholt des Ausschlages beraubt war. Dieselbe hat die Grösse und Gestalt eines ausgewachsenen Menschenkopfes. Sie ist völlig einfach, wie Fig. 17 (Taf. IV.) es an einer kleinen Kiefermaser zeigt.

Man pflegt von der Kropfmaser die einfache Maser oder Augenmaser zu unterscheiden.

Diese ist eigentlich nichts weiter, als eine in's Riesenhafte und Unförmliche ausgedehnte, meist einseitige Anschwellung der Jahreslagen. Man findet oft mitten in der Continuität eines Astes eine grosse, unförmliche Anschwellung, entweder ringsum laufend, oder häufiger nur einen Theil des Umfanges einnehmend. Es kommen solche Augenmasern an den verschiedenartigsten Bäumen vor, namentlich an *Pomaceen*. Sehr schön sah ich sie an *Pyrus torminalis*.

Die Veranlassung zu dieser Augenmaserbildung ist stets eine Hemmung des Saftstroms, welche sehr verschiedene Gründe haben kann, daher schon die älteren Schriftsteller über die Augenmaser die verschiedenartigsten Ansichten äussern. Es kann bei Bäumen, welche sehr leicht Anschwellungen der Jahreslagen hervorbringen, die blosse Unterdrückung einer Adventivknospe durch Abfressen, Verletzen u. s. w. der Anlass sein, ebenso die durch Insectenstich hervorgerufenen Verletzungen und

Verwundungen durch schneidende Werkzeuge. So kann man an der Birke durch blossen tiefen Ringelschnitt massige Masern erzeugen.

Nicht häufig scheint die Augenmaser bei *Coniferen* aufzutreten, doch besitze ich eine solche in Faustgrösse an einem Kieferast, wovon Figur 17 (Taf. IV.) eine Vorstellung geben soll. Fig. 17 A zeigt die Maser der Quere nach halbirt und Fig. 17 B dieselbe längs geviertelt, wie sie am Zweig (*z*) befestigt ist. Bei *y* befindet sich (Fig. 17 A) eine winzige Narbe, welche kaum eine Spur von Ueberwallung hervorgebracht hat und doch die einzige Ursache der Maserbildung zu sein scheint.

Bis zu dieser Stelle nämlich verlaufen die Jahresringe ganz concentrisch und bilden dann plötzlich vom 10ten Ringe an einer Seite, nämlich an der verletzten, ungeheuere Ausbuchtungen, wie man an den mit 10—17 bezeichneten Ringen wahrnimmt. An der gegenüberliegenden Seite, ja auf mindestens Dreiviertel des Umfanges, behalten die Jahreslagen ihre sehr schmale Beschaffenheit, so dass nothwendig die geschwollenen Theile eine auf beiden Seiten und, wie man an Fig. 17 B sieht, ebenso nach oben und unten wulstig übergreifende Maser bilden.

In diesem Fall und, wie ich glaube, gar nicht selten, ist ein unbedeutender Insectenstich die Ursache der Maserbildung. Der Ast ist sowohl über als unter der Maser schwächlich und auf eine ziemliche Strecke sind die Jahreslagen desselben in der Richtung der Maser schwach geschwollen. Während die Maser die Beschaffenheit zeigt, welche ihrem Alter von 17—18 Jahren gemäss ist, nicht nur in der Dicke ihrer Lagen, sondern namentlich auch in der Entwicklung und starken Borkenbildung der Rinde, ist dagegen der Ast selbst offenbar, wie die in natürlicher Grösse gezeichnete Figur erkennen lässt, sehr im Wachsthum zurückgeblieben und nur mit ganz dünnem, jungen *Periderma* bedeckt. Man sieht in der Figur ferner, dass sich von *p* (Fig. 17 A) aus ein dunkler Farbstoff nach aussen und in einem schmalen Keil nach innen verbreitet hat. Solche Verfärbungen fehlen den Masern fast nie, ja sie kommen überall da vor, wo eine Säftestockung eingetreten ist, gleichviel, welche Ursache ihr zu Grunde liegt. Auf diesen dunklen Farben beruht neben der Härte und Schönheit der Zeichnungen der technische Werth des Maserholzes.

Uebrigens sind die Augenmasern oft auch lediglich Folge einer veränderten und abnormen Bodennahrung und das mag wohl der Grund sein, weshalb auf abnormem Boden die Holzpflanzen oft so schöne Masern hervorbringen. Dahin gehören besonders diejenigen Masern, welche aus dem Wurzelkopf oder von der Stammbasis entspringen. Auch auf steinigem Boden, im Gerölle der Bergabhänge, pflegen die Gesträuche reich daran zu sein.

An solchen sieht man oft nur grosse Anschwellungen der Jahreslagen, bald einseitig, bald fast ringsum gleichmässig, stets von bestimmter

Ringen aus, sehr häufig vom Centrum aus dunkel verfärbt und oft prachtvoll gezeichnet. Geht diese Färbung vom Centrum, d. h. vom Mark aus, so ist sie ohne Zweifel immer, jedenfalls in den meisten Fällen, Folge einer von aussen vordringenden Zersetzung.

Ich besitze eine ganze Sammlung vortrefflicher Belegstücke für diese Form der Wurzel- und Stammmasern verschiedener einheimischer Holzgewächse durch die Güte meines Freundes Dr. FR. KLOPFLEISCH, so z. B. bei Linden, Massholder, Rosen, Pfriemen (*Sarothamnus*), Waldrebe, Birke, Faulbaum (*Rhamnus*), Kirschbaum, Birnbaum, Perrückenbaum (*Rhus cotinus L.*) u. m. a.

Da jede Störung des Saftverlaufs[1]) Maserbildung veranlasst, so tritt dieselbe natürlich in besonders schönen Formen auf, wenn die Bäume von phanerogamischen Parasiten bewohnt werden, wie wir sie später, z. B. durch die Mistel hervorgerufen, werden kennen lernen.

Es ergiebt sich aus dieser ganzen Darstellung, dass man, um die Maserbildung zu verhüten, alles vermeiden müsse, was den Saftstrom hemmt, und zwar um so vorsichtiger, je mehr der Baum zur Bildung von Adventivknospen und Masern geneigt ist. Eine vorhandene Maser schneidet man mit dem Ast weg; befindet sie sich aber am Hauptstamm, so schneidet man sie ringsum, soweit sie vorragt, glatt ab und verbindet die Stammstelle mit einem festen Verband und Pflaster. Sehr ausgebildete Masern lassen sich selten heilen.

Will man aber zu technischen Zwecken Masern erziehen, so sind die Mittel dazu alle Veranstaltungen, welche den Saftstrom des Baumes stören, als: Aussaat von Mistel, Loranthus und anderen Schmarotzern, Entfernen, am besten Abkneipen oder Abknicken von Schösslingen, Verwundungen des Baumes durch Ringelschnitt (so z. B. bei Birken durchaus genügend), oder Einstiche, Einschnüren von Aesten und bei alledem wo möglich eine für das Gewächs abnorme und, wie ich empfehlen möchte, recht reichliche Nahrung. Es wäre wohl der Mühe werth, zu versuchen, ob nicht sehr kräftige Düngung die Maserbildung ausserordentlich erhöht und beschleunigt.

Ich kann die Besprechung der Stengelverdickungen nicht abschliessen, ohne ausdrücklich hervorzuheben, dass jedes Stengelglied, welcher Function an der Pflanze es auch dienen möge, hypertrophisch anwachsen kann durch Verkümmerung der von ihm getragenen Organe, selbst die

---

1 Dass Hypertrophie auf der einen Seite stets als Ursache die Maserbildung begründet, zeigen auch die maserähnlichen Bildungen krautiger Pflanzen. FLEISCHER beschreibt sie am Kohlraps, welcher eine profuse, rispige Verästelung zeigte. An einer einzigen Pflanze schätzte er die Blüthen auf 3000. Die abnorm gestellten Zweige zeigten an ihrer Basis zwiebelförmige, im Innern maserige Anschwellungen. Vergl. FLEISCHER, Missbildungen, p. 3 ff. und Tafel I. II.

Stengelglieder innerhalb der Blüthe. Gar nicht selten ist eine solche Auftreibung bei der Scheibe (*discus*) der Scheibenblüthler. Streng genommen sind ja alle unsere durch Cultur vergrosserten *Pomaceen*-Früchte Beispiele für eine hypertrophische Degeneration, hier durch übermässige Nahrung und das Einstutzen der Zweige begünstigt; so z. B. bei Aepfeln, Birnen, Quitten u. s. w.[1]

Bisweilen erstreckt sich diese Hypertrophie auch auf den Fruchtstengel unterhalb der Scheibe. Wie es bei den tropischen Elephantenläusen (*S[illegible]* und *Anacardium*) ganz normal vorkommt, so sah ich es im vorigen Sommer (1866) in einem Jenaischen Obstgarten an einer Birne. Dieselbe zeigte unterhalb der Scheinfrucht einen saftigen, stark angeschwollenen Stiel, mit mehren kleinen Blättern besetzt.

4. Stengelverbreitungen (*Fasciationen*).

Die Stengelverbreitung, Bänderung, Verbänderung, Fasciation, *Fa[illegible]* nach De Candolle, bandartige Ausbreitung, und wie man diese sehr häufige aber interessante Erscheinung benennen mag, besteht darin, dass der völlig oder nahezu cylindrische Stengel einer Pflanze platt, bandförmig, oft fast blattartige Gestalt annimmt. Es scheinen alle Pflanzenstengel ohne Ausnahme verbändern zu können, denn die in der [illegible] Angaben zeigen die bunteste Mannigfaltigkeit von [illegible]. Da wir überzeugt sind, dass jeder entwickelte Pflanzenstengel [illegible], so wollen wir uns auch und dem Leser die Mühe [illegible] ersparen, verweisen vielmehr auf Moquin-Tandon [illegible] die Botanische Zeitung, auf die Schriften von De Candolle [illegible] Aelteren, Linné, Link und Anderen.

[illegible] Pflanzenart, ebenso wenig [illegible] krautiges Gewächs[2], [illegible] Seitenachse abhängig [illegible] Pflanze einwirkenden Agentien, [illegible].

[illegible] der Fasciation sei, darauf [illegible] besonders rothen

[1] [illegible] Stengelorgan, sondern [illegible] Vereinigung mehrer [illegible] Antheil an der Scheibe [illegible].

[2] [illegible] worden, so für *Dip*[illegible] *Ranunculaceen* von Cramer [illegible]

Färbungen der verbänderten Stengel. Man hat behauptet, die *Monocotyledonen* verbänderten seltener als die *Dicotyledonen*; das muss ich aber nach meiner Erfahrung bestreiten. Dass man in den Sammlungen häufiger dicotyle als monocotyle Verbänderungen antrifft, kommt einfach daher, weil nicht nur die *Dicotylen* jene in der Arten- und Individuenzahl weit überwiegen, sondern weil auch die *Monocotyledonen* mit entwickelten Stengelgliedern, besonders in unseren Breiten und unter den Culturpflanzen, selten sind im Verhältniss zu denen mit unentwickelten Internodien.

Dass aber die Pflanze, wenn sie verbändern soll, entwickelte Stengel besitzen muss, versteht sich von selbst, wenigstens wird bei unentwickelter Stengelgliederung die Fasciation nur sehr unscheinbar und kümmerlich hervortreten.

Holzpflanzen verbändern ebenso gut wie krautige Stengel. Dass die Verbänderung vor der gänzlichen Verholzung stattfindet, versteht sich von selbst und verdient dieser Umstand des Kopfbrechens nicht, welches er den Gelehrten gemacht hat. Nach der völligen Verholzung gehen überhaupt keine wesentlichen Structuränderungen im Stengel vor.

Ueber die Ursache der Verbänderung hat man in alter und neuer Zeit viele abenteuerliche Theorieen aufgestellt, die deshalb haltlos waren, weil sie nicht auf gründlicher Beobachtung und Feststellung des Thatbestandes ruhten.

Eine der ältesten und scheinbar naheliegenden Erklärungsweisen ist die Ansicht, dass die Fasciationen durch Zusammenwachsen mehrer Zweige entständen. Diese musste sich schon durch die einfachste Betrachtung der Aussenseite der verbänderten Stengel, besonders aber durch die Thatsache als irrig erweisen, dass dieselben nur ein centrales Mark, nicht mehre Markstränge und dem entsprechend überhaupt nur einen Holz- und Rindenkörper besitzen. Es kommen allerdings gleichzeitig mit Bänderungen Verwachsungen von Stengeln vor, namentlich dann, wenn die Seitenknospen sich ausbilden und deren Triebe fast die nämliche Richtung zeigen wie der Bandstengel[1]).

Das Band selbst wächst nicht erst aus einzelnen Theilen zusammen, sondern ist gleich als Band angelegt.

Nach allen bekannt gewordenen Beobachtungen lässt sich mit Be-

1) Die mehrfach, besonders von De Candolle, und später von Fresenius (Ueber Pflanzenmissbildungen p. 46) angeführten Beispiele, wo an einem verbänderten Stengel mehre Blüthen oder Blüthenköpfe entspringen, beweisen durchaus nicht eine Verwachsung, sondern lediglich ein Hineinziehen der Seitenachsen in den Formenkreis der Hauptachse, also die nämliche Zusammenziehung. Wie kann man überhaupt von Verwachsung reden, bei Gebilden, welche nie getrennt waren!

stimmtheit behaupten, dass Verbänderungen vorzugsweise auf übermässig gedüngtem Boden und daher besonders häufig bei Culturpflanzen vorkommen. Aber es ist zweitens häufig, vielleicht immer, eine Hemmung der Entwickelung der Achse und ihrer Seitentheile nöthig, wenn eine Verbänderung zu Stande kommen soll. Während sich nämlich die verbänderte Achse selbst stets hypertrophisch entwickelt darstellt, bleiben die in der Regel in grosser Anzahl von ihr hervorgebrachten Knospen entweder ganz unentwickelt, oder sie erzeugen zarte, kümmerliche Zweige in grosser Anzahl oder einige wenige kräftigere verbänderte oder normale Zweige. Fast immer verkümmert nach einiger Zeit die Endknospe. Da nun unter ihr die Entwickelung des Zweiges und die Verbänderung desselben noch eine Zeit lang und meist an einer Seite stärker als an der anderen fortdauert, so entsteht natürlich am Ende des Bandzweiges eine starke Krümmung, meist an einen Bischofsstab erinnernd. Am schönsten habe ich die Bischofsstäbe an Weiden gesehen.

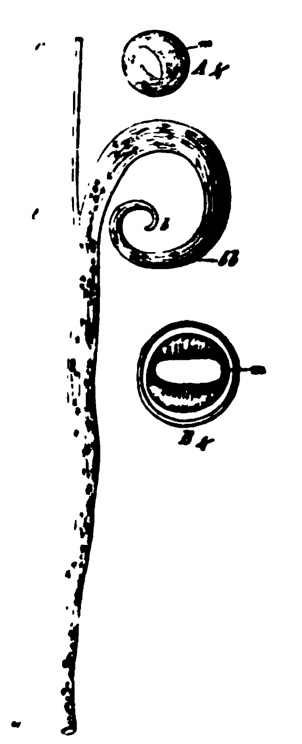


Fig. 18

Fig. 18 zeigt den Trieb einer Dotterweide (*Salix vitellina L.*), welcher einen schönen Bischofsstab (*bb*) hervorgebracht hat. Die Spitze desselben (*s*) ist ganz verkümmert. Bei *t* hat eine Spaltung stattgefunden, was bei Verbänderungen sehr häufig vorkommt. Der eine Gabelast (*r*) geht senkrecht aufwärts und ist genau stielrund, wie *A* im Querschnitt in natürlicher Grösse zeigt. Ebenso ist das untere Ende ziemlich stielrund, wie *B* Fig. 18 ebenfalls in natürlicher Grösse andeutet. In beiden Querschnitten sieht man aber das Mark *m* schon bedeutend flachgedrückt. Unten hat es die Richtung der Bänderung des platten Gabelastes *s*, in welchen von *u* an der Trieb sich allmählich verbreitet (*B*, *m*, Fig. 18), während oben A, *m*, Fig. 18; das Mark eine beträchtliche Drehung des rundlichen Astes bekundet. Die Blattnarben und Axillarknospen zeigen keine Spur mehr von der Anordnung nach dem Schimper'schen Blattstellungsgesetz; dieselben stehen in kleinen Gruppen beisammen und es hat hier, wie bei vielen Verbänderungen, den Anschein, als hätten sich die einzelnen Wendel zu Gruppen zusammengezogen. An den fast stielrunden Stengelpartieen stehen sie oft in kleinen Wirteln.

Bei Weiden und mehrern anderen Hölzern wird das Holz der Ver-

bänderungen in der Regel sehr weich und schwammig; doch ist das keineswegs nothwendige Folge der Verbänderung, wie man behauptet hat; bei manchen Pflanzen nehmen im Gegentheil die verbänderten Stengel eine erstaunliche Härte an. Sehr hart sind z. B. die verbänderten Coniferenzweige meiner Sammlung, namentlich Kieferzweige. Man hat auch das Unregelmässigwerden der Blattstellung als nothwendige Folge der Verbänderung bezeichnet; aber auch das ist unrichtig. Bei den Coniferen, die ich besitze, sind die Blattstellungsgesetze meist sehr deutlich ausgeprägt. Besonders schöne Belege dafür habe ich wiederum an Kiefern aufzuweisen, wo man die Wendel der Doppelnadeln, wenn auch oft wellig verschoben, doch ebenso schön ausgeprägt findet, wie am Zapfen die Schuppenstellung. Ueberhaupt lässt sich die morphologische Natur der Fasciation am besten an der Kiefer und an der Esche studiren, wenigstens soweit meine Erfahrung reicht. Fig. 19 auf Taf. IV zeigt eine Fasciation der Esche gewissermaassen im Stadium der höchsten Entwickelung. Die opponirte Blattstellung ist gänzlich verwischt, selbst da, wo, wie an dem Seitenzweig *n*, der Stengel noch stielrund ist. Die Axillarknospen rücken etagenweise zusammen und bilden am oberen Ende des breiten und kurzen Bandes (bei *k*) einen förmlichen Kamm. Man sieht sehr schön, dass die Gabeltheilungen nicht Verzweigungen, sondern wirkliche Spaltungen sind, denn der Spalt bei *sp* stört den Kamm durchaus nicht, und dafür habe ich mehre Beispiele bei verschiedenen Hölzern. Der Querschnitt des Zweiges, von dem unsere Figur nur ein Stück ist, zeigt tiefer unten ziemlich gleichmässiges Mark, welches aber, wie fast unter allen Bänderungen, durch mehre sehr grosse Markstrahlen sternförmig erweitert ist, so dass sich eigentlich das cylindrische Gefässbündel in mehre grosse Keile spaltet.

Zwischen dem oben beschriebenen Kamm und den auch bei Eschen sehr häufig vorkommenden Sicheln und Bischofsstäben ist gar kein anderer Unterschied als der, dass bei der Kammbildung die beiden Seiten des Bandes im Gleichgewicht sind, während bei der Sichelbildung die eine bedeutend überwiegt. Die eine Seite ist in diesem Fall weit länger rundlich und dick, entwickelt sich also mehr normal und da, wie sich zeigen wird, die morphologische Natur in einer Zusammenziehung der Blattwendel oder Blattwirtel, d. h. mit anderen Worten in einer morphologischen Verkürzung der Achse besteht, so muss nothwendig bei ungleicher Entwickelung diese gegen die am stärksten verbänderte Seite hin eine hakenförmige Biegung erleiden. Das wird man in allen Fällen bestätigt finden.

Der in Fig. 19 abgebildete Fall ist der einfachste, den ich besitze. Er zeigt eine einfache Kammbildung, da keine der Kammknospen getrieben hat. Es stimmt also dieser Fall genau mit dem Hahnenkamm

überein, welcher nichts Anderes ist, als eine durch den Samen mehr oder weniger erbliche Verbänderung der *Celosia cristata L.* Solche einfache Kämme sind übrigens bei mehren Pflanzen erblich.

Bei den meisten Verbänderungen, welche die regelmässige Kammform zeigen, bleibt es übrigens nicht bei dem einfachen Kamm stehen, sondern durch Auswachsen einzelner Kammknospen entsteht ein zweites, oft ein drittes Stockwerk von Kämmen, wie es die Esche und Kiefer besonders schön zur Ausbildung bringen. Bei dieser mehrfachen Bänderung vereinigen sich nun nicht selten mehre Triebe mit einander. Das ist aber durchaus nicht nothwendig mit der wiederholten Verbänderung verbunden, ja, es ist der seltenere Fall. Gewöhnlich werden die neuen Triebe ganz selbstständig ausgebildet und da sie natürlich, wenn jeder derselben abermals verbändert, keinen Raum mehr finden neben einander, so drehen sie sich um die Längsachse in einem Winkel von oft vollen 90 Grad. Spaltungen der Fascia sind bei allen Formen derselben nicht selten. Oft treten mitten unter den Kammtrieben einzelne ganz normale, stielrunde Triebe auf, an denen jedoch in der Regel die Blattstellung merklich verschoben ist. Wenn die Kammtriebe sich in grösserer Anzahl zu breiten Bündeln vereinigen, ohne dass einzelne derselben um 90 Grad gedreht stünden, so pflegt der breite Tochterkamm starke Windungen zu machen, wobei er bisweilen durchreisst.

Die mikroskopische Analyse ausgebildeter und getrockneter Verbänderungen giebt gar keinen Aufschluss über die Entstehungsweise. Man findet das Holz, abgesehen von den schon mit blossem Auge erkennbaren Formänderungen, ganz normal ausgebildet. Die strahlige Gestalt des Markes rührt natürlich nur daher, dass sich in jede der dicht gedrängten Knospen hinein vom Mark aus ein Markstrang vorschiebt, umgeben von einem dünnen Holzcylinder. Auch der Monocotyledonen-Stengel zeigt im Bau der Gefässbündel nichts Abnormes.

Die Kämme nehmen je nach der Ausbildung ihres Bandes ganz verschiedene Formen an.

Bei Fig. 19 sahen wir den Kamm concav, oft ist er ganz geradlinig und ebenso häufig convex abgeschlossen. Solche convexe Kämme besitze ich sehr schön an Verbänderungen der Kiefer. Am häufigsten ist der Kamm nach einer Seite hin abschüssig und bildet so eine Mittelform zwischen dem einfachen Kamm und der Sichel. Er unterscheidet sich aber von der Sichelform immer noch dadurch, dass er an der Spitze nicht verkümmert ist oder vielmehr, dass er eigentlich gar keine Spitze hat, sondern, wie Fig. 19 so rein veranschaulicht, ein Stengel mit begrenztem Wachsthum ist. Bei der Kammbildung ist gewissermassen eine morphologische Schranke vorhanden; das Schraubenband oder die Wirtel nehmen plötzlich ein Ende; bei der Sichelbildung dagegen ist stets das Ende

verkümmert und oft tritt augenscheinlich ein äusseres Hindetniss ihrer Fortentwickelung entgegen. Dahin gehört auch wohl die sichelförmige Verbänderung des Spargels, welche man künstlich hervorruft, indem man über den jungen Spargel einen Blumentopf deckt. Natürlich ist der Grad der Krümmung äusserst verschieden. Ich besitze eine über zwei Zoll breite, spontan entstandene Fasciation des Spargels, welche an den beiden am Ende gebildeten Spaltstücken eine Krümmung von $2\frac{1}{2}$ Schneckenwindungen erlitten hat. Das ganze Band ist mit gedrängten, starr abstehenden, dünnen, verzweigten Seitenachsen besetzt; nur im unteren Theil sind die Knospen unentwickelt geblieben.

Sehr beachtenswerth ist der Umstand, dass die Verbänderung so oft mit profuser Blüthenentwickelung verbunden ist. Schon Jussieu erwähnt eines *Bupleurum falcatum L.*, wo die Blattwendel in regelmässige, 5—8 zählige Wirtel umgewandelt sind, deren Achseln blüthentragende Seitenachsen erzeugen.

Die Schleiden'sche Sammlung enthält Coniferenzweige, welche eine ausserordentlich grosse Zahl von kleinen Zapfen tragen, wie es sowohl an verbänderten als an fast normal gestalteten Coniferenzweigen schon oft beobachtet worden ist. So z. B. von C. Cramer, Bildungsabweichungen, Zürich. 1864. p. 34.

Höchst merkwürdig sind bisweilen die Kämme der Kieferverbreitungen. Entweder nämlich tragen diese einzelne grosse Laubknospen und in diesem Fall erscheint im folgenden Jahr am Ende des Bandes eine Reihe in einer Ebene liegender, mehr oder weniger verbänderter Zweige. Häufiger aber trägt der breite Kamm nur eine einzige stark in die Quere gezogene Knospe, welche nicht selten zur Entwickelung kommt. Eine solche Knospe hat oft zwei Zoll Breite bei einer Höhe und Dicke von 2—4 Linien.

Ich besitze ein schönes Exemplar von einer Kiefer, wo drei Jahre hindurch solche Bandknospen zur Entwickelung gelangt sind. Hier ist die Bandbildung schon in der Achse der Knospe angelegt, woraus die Möglichkeit der Vererbung hervorgeht.

Kommt aber am verbreiteten Stengelende der Kiefer die Zweigbildung zu Stande, dann giebt deren Stellung oft das lehrreichste Bild. Mehrmals fand ich nämlich alle sechs Triebe des Hauptstammes, deren im Normalfall bekanntlich fünf in einem Wirtel den Terminaltrieb umgeben, ausgebildet, aber alle sechs in eine Ebene geordnet. Der Haupttrieb stand dabei an einem Ende des Kammes.

Bei einem andern sehr starken 4 Zoll breiten Kiefernband von sehr ungleicher Ausbildung steht der fast normale Terminaltrieb, welcher sehr kräftig entwickelt ist, an der verdickten Bandseite, während die ihn stützenden Wirtelglieder mehr oder weniger auf die entgegengesetzte

Seite geschoben sind. Alle Verzweigungen des Bandstammes stehen an dieser dünnen Seite und mehre derselben ganz regelmässig mit fünf Wirteltrieben, welche einen Haupttrieb umgeben. Dieses schöne Band zählt fünf Jahresringe, wodurch am besten die Ansicht widerlegt wird, als ob nur fleischige Stengel verbändern könnten. Das Holz ist hier sehr hart. Die einmal angelegte Verbänderung wird natürlich durch den Cambialcylinder alljährlich fortgebildet[1]).

Was nun endlich die Erklärung des ganzen Phänomens anlangt, so ist zuvörderst klar, dass diese eine doppelte Aufgabe zu lösen hat. Erstens nämlich muss sie die äussere Ursache angeben, welche zu diesen Missbildungen Anlass giebt. Als solche haben wir schon Hypertrophie kennen lernen. Wenn wir auch im Einzelnen noch nicht angeben können, wie die übermässige Bodennahrung, z. B. starke Düngung, auf den Pflanzenkörper einwirkt, so steht doch soviel durch Erfahrung fest, dass ein Uebermaass oder eine Abnormität in der Ernährung die Verbänderungen veranlasst. Andrerseits scheint aber, wenigstens bei den sichelförmigen Bändern, eine Hemmung des Vegetationsprocesses nothwendig zu sein oder doch die Bandbildung zu begünstigen. Hier walten also ganz ähnliche Verhältnisse ob wie bei der Maserbildung, welche eine Hypertrophie einzelner Internodien repräsentirt, während bei der Verbänderung die ganze Achse hypertrophisch degenerirt.

Die Erklärung hat aber zweitens ihr Augenmerk auf die Form zu richten, in welcher sich diese Missbildung äussert. Diese ist, wie in der ganzen sogenannten Teratologie, nicht abhängig von der äusseren Ursache, sondern von der morphologischen Anlage der Achse.

Soviel leuchtet zunächst ein, dass bei der Verbänderung die Blattstellung auf einen geringeren Raum reducirt wird. Die Achse zeigt das Bestreben, ihre ganze Entwickelung auf einem kleinen Raum zu durchlaufen. Das kann offenbar, wenn sie sich nicht in's Ungeheure verdickt, nur dadurch geschehen, dass die sonst übereinander befindlichen Knoten nun neben einander geschoben werden. Die Wendel der Schraubenstellung ziehen sich zu Wirteln zusammen oder zu gedrängten Gruppen. Bei der Kammbildung stehen zuletzt die Axillarknospen sämmtlich in einer Reihe, einen vielgliedrigen Wirtel darstellend, der sich abgerollt hat. Dass der Terminaltrieb der Coniferen neben die ihn sonst umgebenden Wirteltriebe tritt, ist der beste Beweis für das Zusammenrücken oder vielmehr Nebeneinanderrücken der Knospen.

Diese eben mitgetheilte Ansicht ist, wie wir sehr wohl wissen, noch

1 Zur Literatur der Verbänderungen machen wir noch aufmerksam auf Cramer's Bildungsabw. p. 49, wo für die Compositen viele Beispiele aufgeführt sind, ferner von ihm selbst beobachtet bei *Knautia arvensis Coult.*

keine morphologische Lösung dieser Frage, sondern eigentlich nur eine vollständige und richtige Darstellung des Verlaufes dieses so merkwürdigen Processes.

Warum die Knospen zusammenrücken, warum mit anderen Worten das Gefässbündel in so rascher Folge die Zweige aussendet, welche sich normal auf ein weit grösseres Längenmaass der Achse vertheilen würden: das ist eine Frage, die wir zur Zeit um so weniger beantworten können, als uns dafür noch alle Vorfragen unbeantwortet sind. Wir wissen trotz der Untersuchungen von SCHIMPER, den Gebrüdern BRAVAIS, A. BRAUN und vielen Anderen gar nichts über die Blattstellung, was einer Erklärung derselben auch nur ähnlich sähe.

JOH. HANSTEIN hat einen Versuch gemacht, den Zusammenhang zwischen Holzbau und Insertion aufzuklären; aber bis jetzt sind alle derartigen Versuche fast resultatlos geblieben. HANSTEIN hat wenigstens eine richtige Fragestellung zur Lösung dieser Aufgabe angebahnt und schon das ist ein grosser Vortheil.

Die ungeheure Schwierigkeit dieser Aufgabe liegt darin, dass Insertion und Gefässbündelbau zum Naturell der Pflanze gehören; dass wir also diese Frage gar nicht histologisch und morphologisch lösen können, sondern zurückgehen müssen auf den Bau der einzelnen Pflanzenzelle; denn offenbar liegt das ganze Naturell, also auch Insertion und alles, was den äusseren Bau der Pflanze betrifft, schon der Anlage nach in ihrer ersten Zelle. Es muss sich also, wenn es überhaupt erklärbar ist, aus der Structur und dem Chemismus der Eizelle[1] erklären lassen.

5. Stengelspaltungen.

Die Spaltung der Stengelgebilde ist eine verhältnissmässig seltene Erscheinung und fast immer von geringer pathologischer Bedeutung.

Bei den fadenförmigen oder stammförmigen Körpern der niederen Pflanzen, der Algen, Pilze und Flechten, sind gabelige Spaltungen, Verästelungen im strengen Sinne des Wortes, etwas ganz Normales und ebenso häufig wie die Verzweigungen.

Nicht so bei den höheren Pflanzen. Das Gefässbündel zweigt hier sehr leicht Seitentheile ab, aber schwer spaltet es sich in Aeste.

In vielen Fällen, wo eine solche Spaltung stattfindet, ist sie nur scheinbar. Wenn z. B. bei vielen Caryophylleen der Blüthenstand eine zwei bis mehrtheilige Gabelspaltung (Cyma, Afterschirm) darstellt, so

---

1 *Venia sit verbo.* Der Ausdruck Ei ist als Bezeichnung eines Pflanzenorgans unsinnig, er kann hier nur bildlich genommen werden und das Bild ist obendrein ein sehr schiefes.

findet man in der Regel die Hauptachse durch eine Blüthe oder eine verkümmerte Blüthenknospe begrenzt.

Die Gabeläste sind hier also keine wirklichen Aeste, durch Spaltung der Achse entstanden; sie sind vielmehr Seitenzweige der durch die Blüthe abgeschlossenen Achse. Oft aber, so z. B. bei *Dianthus*, lässt sich auch eine verkümmerte Blüthe nicht nachweisen.

Allem Anschein nach sind Spaltungen der Achse um so seltner, je höher ihr Bau entwickelt ist. Bei den Lebermoosen sind sie häufig und eine ganz normale Erscheinung, auch bei Laubmoosen sind sie nicht selten. Seltener schon zeigen die Lycopodiaceen echte Spaltungen, die Farrenkräuter nur in abnormen Fällen und die Equisetaceen meines Wissens niemals.

Bei Farren kommen Spaltungen der Gefässbündel bei Stämmen und Wedeln vor. Die Erscheinung ist in beiden Fällen im Wesentlichen dieselbe und wir können sie in der Darstellung kaum trennen, denn sie beruhen in beiden Fällen auf einer Spaltung des Hauptgefässbündels oder Gefässbündelkreises[1]). Ueberhaupt ist ja zwischen den Gefässbündeln des Stammes und der peripherischen Organe, zwischen Stengel und Blattnerv kein strenger, überall stichhaltiger Unterschied nachweisbar.

Sehr schöne Spaltungen[2]) von Farren-Wedeln besitze ich namentlich für *Polystichum cristatum Rth.* und *Blechnum Spicant Rth.* durch die Güte des Herren CHR. LÜHRSEN. Für die höheren Pflanzen haben wir schon bei den Verbreitungen der Axe Spaltungen derselben kennen gelernt, mit denen sie häufig gleichzeitig und verbunden auftreten und auch wohl ähnliche Ursachen haben. Im Grunde weiss man über die Entstehung derselben nichts und als bloss teratologische Erscheinungen sind sie zu bedeutungslos, um hier ausführlich nach den Pflanzengruppen abgehandelt zu werden.

Wir erwähnen noch folgendes:

Sehr häufig sind Stengelspaltungen im Blüthenstande der Gräser. Ausgezeichnet schön beobachtete ich eine 2—3fache Spaltung der in diesem Fall meist verbreiteten Aehre von *Lolium perenne L.* auf Helgoland,

---

1) Nach FLEISCHER erzeugt (Missb. p. 52) der Blüthenkopf von *Dipsacus fullonum L.* am Ende oder seitlich nicht selten mehre Theilköpfe, aus seiner Darstellung ist aber nicht ersichtlich, ob hier Proliferationen aus den Achseln der Hüllblätter oder wirkliche Spaltungen vorliegen. Er selbst scheint das erste anzunehmen, theilt aber den phytotomischen Beweis dafür nicht mit.

2) Vgl. CHR. LUERSSEN, Gabeltheilungen an den Wedeln einiger Farrenkräuter. Oesterreichische Botanische Zeitschrift, Wien, 1863, No. 12. Es werden dort *Polystichum cristatum Rth.*, *Polypodium Phegopteris L.*, *Blechnum Spicant Rth.*, *Bl. occidentale L.* und *Bl. brasiliense Desv.* besprochen. Bei *Bl. brasiliense Desv.* habe auch ich eine Theilung am Wedelende mehrfach beobachtet.

ebenso in der *Flora Jenensis*[1]). Bei unsern Cerealien ist eine Zusammensetzung der Aehre durch Spaltung der Spindeln nichts Seltenes, ein Vorkommniss, welches von der nicht minder häufigen Zusammensetzung durch Sprossung wohl zu unterscheiden ist.

Auch die Blüthenstände (Zapfen) der Coniferen spalten bisweilen ihre Spindel. CRAMER[2]) beschreibt z. B. einen gespaltenen Arvenzapfen.

6. Stengelverwachsungen.

Jeder jugendliche Pflanzentheil ist im Stande mit anderen Pflanzentheilen zu verwachsen und verwächst wirklich mit ihnen, so bald er mit denselben in enge Berührung kommt. So verbinden sich verschiedene Pflanzentheile mit einander, wenn sie in der Knospe einen zu starken und zu lange andauernden Druck erleiden, ebenso die Zweige von Holzpflanzen, wenn sie durch Zufall oder künstlich in innige Berührung gebracht werden. Sehr oft verwachsen solche Stengel, welche durch abnorme Bildungen in ungehörige Lage gedrängt sind, so z. B. bei den Blüthenständen. FLEISCHER (Missb. p. 51) beschreibt solche Fälle, wo zwei Blüthenköpfe von Dipsacus vereinigt wurden. Dabei sind bisweilen, ohne Zweifel infolge der ungleichen Entwickelung, die Köpfe so stark gedreht und gewunden, dass man die nach unten und innen geschraubten Enden der beiden Theilköpfe nicht mehr sieht.

Selbst Stämme ganz verschiedener Bäume kann man so mit einander verbinden. Bei der Rasenmühle unweit Jena steht eine Buche, welche an mehren Stellen innig mit einer Esche verwachsen ist. Herr Chausseebauinspector BOTZ hatte vor einer Reihe von Jahren die jungen Bäume versuchshalber um einander herumgeschlungen. An einer Gabeltheilung der Buche ist die Esche stark zusammengequetscht, aber sie grünt fort, vermuthlich einen grossen Theil ihres Saftes aus dem Buchenstamm beziehend. Die Gabeläste der Buche sind über der Esche auf eine Strecke von mehren Fussen verwachsen.

Sehr oft verbinden sich senkrecht emporschiessende Baumzweige auf eine lange Strecke mit ihrem Mutterstamm, indem sich nach dem Aufeinanderpressen und Verwunden der Rinde die Cambialcylinder verbinden. Wird in solchem Fall der Zweig durch den Wind am Stamm nicht allzustark gerieben, so trägt das durch Verwundung oft wesentlich fördernd zur Verwachsung bei.

Alle Arten der Verwachsung, die für die Kunst des Veredelns so

1) Dieselbe Erscheinung ist auch von Anderen mehrfach, so von Herrn LÜHRSSEN bei Bremen, beobachtet.

2) Bildungsabw. p. 4, 5.

wichtig sind, haben für die Pathologie äusserst geringen Werth[1]). Treten Reibungen an einem zarten Holzgewächs ein, so wird man einen der sich reibenden Achsentheile entfernen oder festbinden, damit nicht Saftfluss entstehe.

Von den Verwachsungen zweier Stämme verschiedener Arten werden wir noch bei den Schmarotzergewächsen und Unkräutern reden.

7. Trennung von im normalen Zustand der Pflanze vereinigten Achsentheilen.

Trennungen dieser Art können nur in der Blüthe vorkommen, wo Verbindung von Achsen normal auftritt, sei es in der Form axiler Carpellblätter oder in der Form von Samenträgern. Da derartige Missbildungen mehr oder weniger die ganze Blüthe verändern, so wollen wir ihre Besprechung bis zur Darstellung der Antholyse verschieben, müssen aber hervorheben, dass noch keinesfalls sicher erwiesen ist, dass Carpelle oder Samenträger durch Achsen gebildet werden.

Nur das Mittelsäulchen scheint nach meinen Untersuchungen an *Verbascum nigrum L.* bei den *Scrophularineen* ein Stengelorgan zu sein, obgleich CRAMER es bei den *Primulaceen* für ein Blattgebilde erklärt. Ich habe (vgl. den Abschnitt von den Durchwachsungen) nachgewiesen, dass bei einer vollständigen Antholyse von Verbascum das Mittelsäulchen frei in die Fruchtknotenhöhle hineinragt und dass die Gruppirung der Knospen eine Trennung in mehre Aeste andeutet. Zwei von den die Samenknospen stützenden, nach meiner Ansicht aus dem äusseren Integument hervorgehenden Deckblättern sind ungewöhnlich stark entwickelt und deuten vielleicht die Spaltung des Mittelsäulchens in zwei Hauptäste an. Uebrigens ist, abgesehen von dem Zusammendrängen von 2—3 Samenknospen, die Vertheilung derselben in Wendeln rings um das Mittelsäulchen eine gleichmässige.

Auch bei den Orchideen ist die Ansicht, dass die Samenträger Stengelorgane seien, dass also das Pistill als dreispaltiger Stengel aufzufassen, noch keineswegs aus dem Felde geschlagen, wie auch CRAMER zugiebt.

Man wird also allerdings die Stengelnatur der allgemeinen Samen-

---

1) Verbindungen sonst freier Stengeltheile, die eigentlich nicht hierher zu rechnen sind, findet man in der Literatur häufig angeführt. Ein sehr schönes Beispiel führt CRAMER an (Bildungsabw. p. 12. Taf. XIII fig. 7, 8. Taf. XIV. fig. 1, 2.) für *Ophrys arachnites Reich.*, wo am Ende der Blüthenähre, diese abschliessend, zwei verbundene Blüthen standen die sich zu einer vom Typus stark abweichenden Doppelblüthe zusammengezogen hatten. Derselbe (a. a. O. p. 56) beobachtete Doppelblüthen bei *Centaurea Jacea L.*

träger in einigen Familien zugeben müssen, während in den meisten der Stengel innerhalb der Carpellblätter seinen Abschluss findet.

8. Stellungsänderung und Drehung der Achsen.

Beide Erscheinungen sind häufig verbunden, wenigstens sind die Achsendrehungen oft Anlass der Stellungsänderungen; daher mag hier beides vereinigt werden.

Bei krautigen Pflanzen haben die Drehungen den grössten Einfluss auf die Stellungsverhältnisse und auf die Verzweigung. FLEISCHER beschreibt (Missb. p. 51) Drehungen der Blüthenköpfe von *Dipsacus fullonum L.*, welche häufig bis zur Kugelform verkürzt, in anderen Fällen bedeutend verlängert waren. Ueberhaupt haben die Drehungen und Veränderungen in der Länge der Internodien die störendsten Einflüsse auf die Inflorescenz.

Die Drehungen, welche man an mächtigen Stämmen unserer Bäume wahrnimmt, gehören zu denjenigen teratologischen Erscheinungen, welche den Laien am meisten in Erstaunen setzen und welche selbst Fachmänner verwirren. Es sieht auf den ersten Blick wunderlich aus, wenn ein hundertjähriger Baum die Rinde einmal oder mehrfach um seine ganze Achse gedreht hat, um so wunderbarer, wenn man sieht, dass diese Bildung nicht gleich anfangs angelegt war, sondern während des Wachsthums, vielleicht erst spät, entstanden ist. An ursprünglich senkrechten Längseinschnitten in die Rinde lässt sich das ja leicht wahrnehmen und experimentell nachweisen.

Woher entstehen diese Drehungen? Die Frage scheint schwierig und ist doch im Allgemeinen leicht genug zu beantworten. Die Fasern des Holzes erhalten ihre Richtung und Längsstreckung bekanntlich durch den Saftstrom. Aendert sich dessen Richtung, so muss auch die der Fasern sich ändern. Nun aber wird das Gleichgewicht des Baumes durch Windbruch, Fehlschlagen von Knospen, übermässige Ausbildung anderer u. s. w. so oft gestört, dass die Saftbewegung fast immer nach einigen Seiten des Stammes stärker gezogen wird als nach anderen. So kann schon früh eine allmähliche Dehnung des Cambialcylinders nach bestimmten Seiten stattfinden, welche durch die aus derselben Ursache entspringende ungleiche Verdickung wesentlich unterstützt wird.

Da gewöhnlich die Veranlassung dieser Gleichgewichtsstörungen von Jahr zu Jahr zunimmt, so wächst auch die Drehung mit jeder neuen Jahreslage. Die Rinde folgt natürlich der Drehung des Holzcylinders.

Ausser dieser einfachen Drehung um die Längsachse beschreibt der Stamm nicht selten Windungen. Beides ist häufig vereint. Für die Drehung liegt die Ursache stets in einer ungleichen Vertheilung des Saftstromes durch den Holzcylinder, welche durch sehr verschiedene Umstände

veranlasst sein kann. So sah ich eine sehr schöne Drehung bei einer Kiefer infolge einer Verwundung. Die Wunde war überwallt und die Störung im Saftstrom hatte, nur an dieser Stelle des Stammes, zu einer sehr starken Drehung der folgenden Holzlagen Anlass gegeben. Alle innerhalb des verwundeten Cylinders liegenden Jahreslagen verliefen gerade. Es hatte zugleich eine sehr schöne Auslösung dieser inneren Lagen stattgefunden.

Bei den Windungen der Achse kommt meist noch etwas ganz Anderes in Betracht, nämlich die durch verschiedene Ursachen hervorgerufenen Gewebespannungen.

Leider ist das ein noch unangebautes Kapitel. Es giebt zwar eine Reihe von Arbeiten über Gewebespannungen, aber keine einzige derselben löst auch nur eine der durch sie angeregten Fragen in aller Schärfe und Vollständigkeit.

Ueber die Windungen der Schlingpflanzen besitzen wir eine in mancher Hinsicht interessante Arbeit von H. v. Mohl; indessen geht auch er, wie alle, die sich mit diesem Gegenstand beschäftigt haben, zu sehr von der Voraussetzung aus, dass es äussere Bedingungen seien, von denen die Windungen abhängen, namentlich legt er viel zu grosses Gewicht auf die Unterlage, an welcher das Schlinggewächs emporrankt oder die Stütze, um welche es sich dreht. Dass diese einen verstärkenden Einfluss auf die Drehung und Windung haben kann, läugnen wir nicht, wenn er sich auch nicht gerade, wie J. Sachs will, mit der Auslösung einer bis dahin unwirksamen Kraft vergleichen lässt. Die Windungen sind aber in den allermeisten Fällen schon vorher nicht blos virtuell, sondern wirklich vorhanden, eine Thatsache, die man von jedem Gärtner hätte lernen können.

Schwache Windungen, vom Licht und von anderen äusseren Einflüssen abhängig, kommen fast bei allen Pflanzen vor. Für diese giebt es offenbar zwei Hauptanlässe: erstlich die Drehung und Wendung der Blätter gegen das Licht, welche mehr oder weniger den sie tragenden Stengel beugen, und zweitens die Verlängerung der Schattenseite des Stengels, welche, da der Schatten, abgesehen von den übrigen Einflüssen, nicht immer an derselben Stelle befindlich, nothwendig nicht eine blosse Beugung, sondern zugleich Drehungen oder vielmehr Beides zur Folge haben muss, woraus Windungen resultiren. So beobachtete ich schraubige Windungen am langen Blüthenstengel von *Ornithogalum caudatum*, lediglich durch Lichteinflüsse hervorgerufen. Aber bei den eigentlich schlingenden Gewächsen kommt noch etwas Anderes hinzu, nämlich das angeborene Naturell. Worin dieses liege, d. h. wie es in die Erscheinung trete, wird man vollständig nur aus der Structur des Samens erschliessen können, eine sehr scrupulöse Arbeit, die natürlich über die eigentliche

Ursache dieser Anlage noch gar keinen Aufschluss geben würde. Dahin könnten nur viele Jahre hindurch fortgesetzte Untersuchungen an Pflanzen führen, die man, während sie von Naturell nicht schlingend sind, durch Cultur, etwa durch beständiges schwaches Etioliren, zum Schlingen und Winden gebracht hätte.

Dass eine solche Arbeit möglich sei, dafür sprechen die spontan auftretenden Schlingungen, Verdrehungen und Einrollungen, Erscheinungen, die ich nur dem Grade, nicht der Art nach für verschieden halten kann. Die Einrollungen haben wir schon als häufige Folge der Verbänderung kennen gelernt. Hier folgt sie von selbst aus einer Störung des Spitzenwachsthums, sobald der Stengel, wie bei der Verbänderung stets, in verschiedenen Theilen der Peripherie sich ungleich entwickelt. Weit seltener ist eine solche spontane Einrollung ohne deutliche Verbänderung.

Von Drehungen und Windungen giebt es zahlreiche erbliche Beispiele und diese werden im höchsten Entwickelungsstadium ebenfalls zu Einrollungen. Die Rüster (*Ulmus campestris L.*) und Robinie (*Robinia pseudacacia L.*) mit gewundenen Aesten, welche sich als *forma tortuosa* fortpflanzen lassen, führt Moquin-Tandon als Beispiele an [1]).

Sehr oft sind die Drehungen mit Aenderungen der Blattstellung verbunden. Namentlich deutlich tritt das an Wirtelpflanzen hervor, weil hier die geringste Störung die Wirtel in Wendel umwandelt [2]). Oft ist eine solche Störung mit profuser Zweigbildung, d. h. mit Verkürzung der Achse und Maserbildung verbunden. So entstehen die sogenannten Hexenbesen, Donnerbesen oder Kollerbüsche der *Coniferen*, namentlich der Fichte, wie Schleiden sie sehr schön besass, eine so häufige Erscheinung, dass sie fast keiner teratologischen Sammlung fehlt. Ganz ähnliche, meist einem Vogelnest in der Form vergleichbare und von Unkundigen damit verwechselte Hexenbüsche sind ein häufiges Vorkommen an der Birke, besonders, wenn sie auf fruchtbarem Gartenland steht. So sah ich sie sehr ausgebildet in der Umgegend von Hamburg, welche sich bekanntlich durch die, auch ungedüngt schwarze Gartenerde auszeichnet.

Wer diese Bildungen jemals aufmerksam beobachtet hat, der kann sie unmöglich allein dem Einfluss pflanzlicher Parasiten zuschreiben wollen, wie es gelegentlich geschehen ist. Meist werden aber solche Abnormitäten gar zu oberflächlich beschrieben und beurtheilt. Mit der blossen Aufzählung wunderbarer Missbildungen ist nichts geleistet. Die Zeit des Anstaunens seltener Naturspiele ist vorüber.

---

1) A. a. O. p. 165.

2) Beispiele findet man bei Moquin-Tandon a. a. O. p. 165—168.

9. Verminderung und 10. Vervielfältigung.

Die Anzahl der Seitenachsen ist, sofern diese aus Axillarknospen entspringen und die normale Stellung, der Anlage nach wenigstens, bekunden, lediglich von dieser Stellung und ihren Störungen abhängig. Diese Bedingungen haben wir schon bei Besprechung der Kropfmasern, der Bänderungen, Drehungen und Windungen der Stengel kennen gelernt. Einen viel weiteren Spielraum für die Vermehrung der Achsen besitzt die Pflanze in der Adventivknospen-Bildung. Hier ist bei der übermässigen Entwickelung derselben ein localer oder allgemeiner Grund zur Hypertrophie vorhanden, wie wir das früher schon im Einzelnen kennen lernten.

Es gehören dahin die Kropfmasern und alle Besenbildungen, büscheligen Anhäufungen von Nebenachsen. Die Zahländerungen der Stengelorgane der Blüthe wollen wir bei der Antholyse in Betracht ziehen. Hier nur folgendes. Sehr oft vergrössert sich die Zahl der Blüthenstiele sowie der Zweige und Aeste der Inflorescenz. Das ist oft z. B. bei den *Umbelliferen* beobachtet worden, so von Cramer (Missbildg. p. 65) bei *Thysselinum*, von Fleischer (Missb. p. 23). Oft verästelt sich dabei die Achse mehrfach, so bei *Trifolium repens L.* Aehnliches berichtet Fleischer (Missb. p. 47) bei *Carum*, für *Dipsacus fullonum L.* wo zugleich Drehungen und Zusammenschiebungen der Blattstellung vorkommen, ferner übermässige Ausbildungen der oberen Aeste im Gegensatz zum verzwergenden Stamm oder übermässige Ausbildung der unteren Aeste im Gegensatz zu den oberen [1].

Eines der allermerkwürdigsten Beispiele dieser Art erzählt Cramer [2]. Derselbe fand auf einer »fetten Wiese« bei einer Excursion auf die Weid bei Zürich folgendes: »Die Schäfte sehr vieler Exemplare (von *Taraxacum officinale Wigg.*) waren übermässig lang und breit (bis 495 Mm. lang und 48 Mm. breit), im Uebrigen völlig blattlos und hohl wie sonst. Sie trugen am Ende 2—14 Blüthenköpfchen, die seitlich mehr oder weniger in ein breites Blüthenlager mit einander verschmolzen, in der Regel nur durch Furchen von einander geschieden waren. Diese Furchen erstreckten sich immer über den ganzen Schaft hinunter bis zu dessen Basis, so dass die Wand des hohlen Schaftes gleichsam aus ebenso vielen mit den Rändern vereinigten Rinnen bestand als Blüthenköpfe am Ende zu unterscheiden waren. Einmal spaltete sich der verbänderte Schaft oben und

---

1) Von grossem Interesse sind auch die hier erwähnten Verkürzungen und Verlängerungen der Internodien. In einem Fall war durch völliges Fehlschlagen des Internodiums die Blattstellung ein 4zähliger Wirtel geworden, zusammengezogen aus zwei zweizähligen.

2) Bildungsabw. p. 57. 58.

in der Ebene der Verbänderung in 2 einen spitzen Winkel bildende ungleiche (Theile[1]), in einen grösseren bandförmigen mit mehren verschmolzenen Blüthenköpfen am Ende und einen cylindrischen mit einem endständigen Kopf[2]). Ein Stützblatt fehlte durchaus. Beide (Theile) waren hohl, ihre Höhlungen communicirten mit der Höhlung des unteren Theiles des Schaftes. Beide (Theile) waren geschlossen, der bandförmige von oben bis unten längs furchig, der cylindrische glatt, aber von dem Winkel an, den er mit jenem bildete, 2 herablaufende Furchen aussendend. Einen Unterschied in Bezug auf das Aufblühen der einzelnen Köpfchen konnte er weder hier noch bei den übrigen Verbänderungen bemerken. – Dazu kommt aber noch folgende sonderbare Thatsache. Innerhalb eines ähnlichen verbänderten und vielköpfigen Schaftes, der nirgends eine Oeffnung besass, fand sich ein zweiter anscheinend normaler, mehre Zoll lang gestielter Blüthenkopf und im Innern dieses sogar ein dritter röhrenförmiger Schaft, zwar erst 1″ hoch, aber mit ebenfalls ganz ausgebildeten unleugbaren Blüthenköpfchen. Keiner dieser Schäfte war an dem andern angewachsen, sondern alle auf der verkürzten Hauptachse befestigt.«

Dieses interessante Beispiel[3]) spricht mehr als irgend eines für unsere Ansicht, dass die Bänderungen und alle derartigen Verschiebungen Folge einer übermässigen Entwicklung des Bildungstriebes sind, welcher neben einander hervorbringt, was auf einander folgen soll.

Auch die Kümmelpflanze, welche FLEISCHER[4]) beschreibt, zeigt sehr lehrreiche Vervielfältigungen in der Verzweigung. Seine Arbeit würde hier wie in manchen Stücken werthvoller sein, wenn er den Befund genau analysirt und nicht bloss beschrieben hätte. In diesem Falle wäre eine Analyse des Gefässbündelverlaufs sehr zweckdienlich gewesen, diese fehlt aber gänzlich, ja es ist nicht einmal ausgeführt, ob die profus auftretenden Zweige axillär oder adventiv entstanden sind[5]).

---

1) Im Original steht: »zwei ungleiche Hälften!«

2) Das ist also genau dasselbe Verhalten, wie ich es für die Verbänderung und Maserbildung der Holzpflanzen beschrieb. Die Schafttheilungen sind schon oft, von SCHLECHTENDAL, SCHAUER u. A. beobachtet worden. Bald entspringen die Zweige des Schaftes aus Achseln von abnormen Blättern, bald fehlen diese und es scheinen blosse Spaltungen vorzuliegen.

3) Auch MOQUIN-TANDON (Tératologie p. 352, 353) beschreibt eine Einschliessung der Blüthe von *Pavia rubra* im Pistill einer anderen Blüthe nach TURPIN und eine Einschliessung eines sehr einfach gebauten Köpfchens von *Tragopogon pratense* in einem andern nach KIRSCHLEGER. Der Einschluss von Früchten in Früchten ist im Wesentlichen ganz dieselbe Erscheinung, nämlich eine blüthenzeugende *Diaphysis* der Achse.

4) Missbild. p. 24 ff.

5) Er sagt zwar (a. a. O. p. 26): »Die Blattstellung ist von der Stellung der Aeste übrigens nur darin abweichend, dass nicht jeder Ast, wo deren mehre aus einem und

Das Wesentliche der von ihm beschriebenen Verästelung der Kümmelpflanze besteht darin, dass sich die Achsen oft plötzlich, wie sonst nur die Blüthen, in Dolden auflösen, an deren Aesten meist wieder die gewöhnliche Schraubenstellung hervortritt Bisweilen entspringen mehre Doldenäste aus einer Blattachsel, auch treten doldenartige weniggliedrige Spaltungen des Stengels ein.

3. Veränderungen der Blaggtebilde.

Analog unserer oben mitgetheilten Anordnung der Stengelverbildungen geben wir folgendes Schema:

Missbildungen der Blätter.

I. Nach dem Volumen	1. Atrophie und Abort. 2. Hypertrophie und Vergrösserung.
II. Nach der Gestalt	3. Verstaltungen. 4. Pelorienbildungen. 5. Blattmetamorphose.
III. Nach der Anordnung	6. Verwachsungen. 7. Trennungen. 8. Stellungsänderung.
IV. Nach der Zahl	9. Verminderung. 10. Vervielfältigung.

1. Atrophie und Abort.

Wie die axillaren Stengel, so können auch die Blätter zu Dornen verkümmern. Bei vielen *Berberideeen* und *Grossulariaceen* treten an die Stelle bestimmter Blätter die Dornen, welche oft in ihrer Gestalt, so z. B. bei der Stachelbeere in der 3—5 fingerigen Theilung, unmittelbar an die Blattspreite erinnern [1]. Im Ganzen sind die Blattdornen weit constanter als die Stengeldornen, doch hat auch auf sie die Cultur einigen Einfluss, namentlich in der Vererbung.

Nicht immer bleibt aber bei der Atrophie des Blattes ein blosser Dorn zurück. Nicht selten verkümmert die Spreite [2] mehr oder weniger wie sie es bei vielen Pflanzen, so bei manchen Acacien, regelmässig thut.

---

demselben Punct entspringen, sein besonderes Stützblatt besitzt.« Seine ganze Darstellung ist aber so verworren, dass sie nichts weniger als ein klares Bild der Verzweigung darbietet.

1) Die auffallendsten Beispiele für die gänzliche Verdornung der Blätter bieten die meisten *Cacteen*, die *Euphorbiaceen* der afrikanischen Steppen etc.

2) Zur gänzlichen Abortirung der Spreite neigen besonders zusammengesetzte Blätter, so die der *Caesalpinieen*, *Mimoseen* und *Papilionaceen*. Schon De Candolle führt *Lebeckia nuda Ker.* und *Indigofera juncea DC.*, beide vom Kap, als Beispiele an. Auch die *Proteaceen* liefern indessen zahlreiche Beispiele.

Die *Proteaceen* liefern indessen zahlreiche Beispiele. MOQUIN-TANDON führt nach DE CANDOLLE als Beispiel gänzlichen oder theilweisen Fehlschlagens der Blattspreite die Gattung *Strelitzia Ait.* an. Bei *Strelitzia reginae Ait.* ist die Spreite noch ziemlich gross, während sie bei *Str. angusta Thunb.* Riesengrösse annimmt, bei *Str. parvifolia Dryand.*[1]) halb so gross ist, wie bei *Str. reginae Ait.* und bei *Str. juncea* endlich ganz schwindet. Bei den *Monocotyledonen*, wo meistens der scharfe Gegensatz von Spreite (*lamina*) und Stiel (*petiolus*) fehlt, wo häufig der Stiel durch die Scheide (*vagina*) vertreten wird, ist im Ganzen Abort und Verkümmerung der Spreite weit seltener wie bei den *Dicotyledonen*, wo ganze Gruppen, so z. B. viele Gattungen der *Cacteen, Euphorbiaceen, Proteaceen, Myrtaceen*, *Mimoseen* u. s. w. regelmässiges Fehlschlagen der Spreite zeigen. Tritt an die Stelle der Spreite der Blattstiel in breiter, blattartiger Form auf, wodurch er in den Stand gesetzt wird, die physiologische Function des Blattes (Athmung und Verdunstung) zu übernehmen, so nennt man ihn *Phyllodium*, während MARTIUS jedes auf den Stiel reducirte Blatt *Steleophyllum* nannte.

Für abnorme Verkümmerungen der Blattspreite findet man bei FLEISCHER (Missbild. p. 48) schöne Beispiele von *Dipsacus fullonum L.* und *D. silvestris L.* erwähnt. Die Spreite streckte sich bis zur linealischen Form bei einer Breite von 1½ Zoll und ausserordentlicher Länge. Dabei war der Rand dieser Basalblätter sehr variabel in der Zahl, Vertheilung Grösse und Gestalt der Serraturen. Die Laubblätter bildeten Mittelstufen zu den Hüllblättern. Oft erschien das Blatt dornförmig.

Alle Arten der Verkümmerung und des Fehlschlagens können natürlich auch die Blattkreise der Blüthe treffen, wofür Jeder leicht in der freien Natur die Beispiele auffindet.

Wir zeigten z. B. das Fehlschlagen der Staubblätter bei *Linaria*, bei der Apfelblüthe, bei *Agrimonia*, bei *Erica tetralix*, *Calceolaria* u. s. w. nach MOQUIN-TANDON, bei *Primula* nach CRAMER, etc. Sehr oft verkümmern Kronblätter oder Staubblätter zu schuppenförmigen Ansätzen. MOQUIN-TANDON fand bei einer *Vicia* statt der Kronblätter kleine saftige, farblose Schuppen, bei einem *Chrysanthemum* Vegetationsblätter von rauschender Beschaffenheit, den Deckschuppen mancher Knospen ähnlich.

2. Hypertrophie und Vergrösserung der Blätter.

Die Ursachen sind hier dieselben, wie bei der Hypertrophie des Stengels: Uebermässige Ernährung vom Boden her und Reduction der Vegetationsorgane.

1) Nicht »*parviflora*,« wie der Uebersetzer (p. 115) schreibt. Sämmtliche Arten tammen vom Kap der guten Hoffnung.

Fast alle Bäume treiben an Stockausschlägen abgesägter Stämme sehr grosse und oft verschieden gestaltete Blätter, weil sie kräftiger ernährt werden. Die Blätter der Linden und vieler anderen Bäume sind an dem Stammausschlag, unterhalb der blühenden Aeste, weit grösser, ebenso an jungen, noch nicht blühbaren Bäumen sowie in Hecken, welche in Folge des Schnittes nicht zur Blüthe kommen. Riesenmässige Blätter sah ich an dem Stockausschlag von *Syringa vulgaris L.* auf gut gedüngtem Boden.

Es ergiebt sich daraus für die Cultur der sogen. Blattpflanzen die Regel: Den Boden möglichst stark zu düngen und zu bewässern und alle überflüssigen Aeste, Blüthen u. s. w. zu entfernen.

Die Blattkreise der Blüthe verhalten sich ganz ebenso. Die Blätter sind hier am meisten geneigt, sich stark zu vergrössern, wenn bei kräftiger Ernährung die Blüthenorgane mehr oder weniger verkümmern.

Herr LUEHRSSEN aus Bremen zeigte mir in seinem Herbarium eine ungeheure Vergrösserung und Verbreitung der Hüllblätter einer einheimischen Anemone. Bei metamorphosirten Blüthen von *Umbelliferen* nehmen oft die Kelchblätter bedeutende Dimensionen an. So sah ich es bei *Carum carvi L.*, bei *Cicuta virosa L.* und anderen.

Bei den an sumpfigen Orten so oft vorkommenden Metamorphosen des Blüthenkopfes von *Trifolium repens L.* ist stets der Kelch ausserordentlich vergrössert. Sehr schön finden sich solche Umwandlungen des *Trifolium repens L.* auf den Burgauer Wiesen unweit Jena. Herr LUEHRSSEN fand ganz ähnliche bei *Trifolium hybridum L.* in der Bremer Flora[1].

An *Verbascum nigrum L.*, welches im botanischen Garten zu Jena auf zu stark gedüngten Boden stand, vergrösserten sich Kelch und Krone bedeutend und fast sämmtliche Blüthentheile wurden metamorphosirt.

3. Verstaltungen der Blätter.

Hier macht es einen grossen Unterschied, ob das Blatt einfach oder stengelumfassend und gamomer ist. Morphologisch ist dieser Unterschied bekanntlich ein sehr unbedeutender, denn er liegt ja nur in einem grösseren oder geringeren Theilnehmen des Stengelumfanges an der Blattbildung. Aus dem Blattwirtel wird ein gamomeres Organ, sobald die Basen durch grössere Theilnahme der Stengelperipherie am Blattwachsthum mit einander verschmelzen. Das freie Blatt wiederholt einen ganz ähnlichen Bildungsverlauf in der handförmigen Theilung am Ende des Blattstiels, je nach dessen Theilnahme an der Blattbildung.

---

1 Vgl. FLEISCHER, Ueber Missbildungen verschiedener Culturpflanzen. Esslingen 1862. CASPARY, Vergrünungen der Blüthe des weissen Klee's.

Die Verstaltungen eines der Anlage und dem Typus nach symmetrischen Blattes hängen scheinbar von so unbedeutenden und der Beobachtung sich entziehenden Anlässen ab, dass die ungeheure Mannigfaltigkeit dieser Verbildungen sich keineswegs auf eine allgemeine Ursache zurückführen lässt.

Wer sich eine Vorstellung zu machen wünscht von dem ungeheuren Reichthum der Verstaltungen, den ein einziges Gewächs hervorbringen kann, der betrachte einen Maulbeerbaum, wenn er auf stark gedüngtem Boden steht. Kein Blatt gleicht dem anderen, fast alle Blätter zeigen ungleiche Seiten und es entsteht ein Formenreichthum, den derjenige nicht ahnt, welcher auf normalem Boden einen jungen Maulbeerbaum sich entwickeln sieht. Die schönsten Exemplare dieser Art fand ich auf dem Kirchhof zu Bürgel, etwa 3 Stunden südlich von Jena.

Solche Störungen des Gleichgewichts zwischen der linken und rechten Blattseite kommen fast bei jeder Pflanze gelegentlich vor und eine Aufzählung solcher Vorkommnisse wäre Zeitvergeudung. Oefter noch wird das Verhältniss zwischen Länge und Breite des Blattes verändert und gestört. Dieses Verhältniss ist überhaupt schon im normalen Zustand der Pflanze grossen Schwankungen unterworfen. Bei den meisten Gewächsen findet vom Anfang der ganzen Pflanze sowie jedes einzelnen Triebes bis gegen die Mitte von Pflanzenstengel und Trieb eine allmähliche Verbreitung der Blätter statt, von der Mitte aus gegen das Ende von Pflanze und Trieb dagegen wieder eine Verschmälerung.

Bei den meisten Wasserpflanzen sind die untergetauchten Blätter, wenn deren überhaupt zur Ausbildung kommen, weit schmäler als die über die Wasserfläche emporsteigenden, so bei *Potamogeton*, *Ranunculus Batrachium*), *Sagittaria* und vielen andern. In diesem Fall schwindet oft die Blattspreite völlig wie bei den mit *Phyllodien* versehenen *Mimoseen*. Es zeigen diese Beispiele die unmittelbare Einwirkung der äusseren Umstände auf die Blattgestalt, welche sehr häufig auch ohne sichtbare Ursache modificirt wird. Daher kommen gelegentlich solche Streckungen oder Ausbänderungen der Blätter an allen möglichen Pflanzen vor.

In den angeführten Fällen ist die Verstaltung des Blattes nur Folge verschiedener Energie der Entwicklung einzelner Theile, abgesehen von den Gewebeelementen. Ganz der nämliche Unterschied tritt aber sehr häufig auch in dem Wachsthum der Gewebetheile ein, und zwar immer so, dass das Blattparenchym den Gefässbündeln in der Entwicklung voraneilt und, noch häufiger, sich längere Zeit zu entwickeln fortfährt. Weil sich hiebei fast immer die Blattunterseite stärker dehnt als die Oberseite, so entstehen Bullositäten an der oberen Fläche, seltener Concavitäten an derselben. Diese Erscheinung findet bei unzähligen Pflanzen ganz normal statt, bei allen nämlich, welche mit *foliis rugosis* begabt

10*

sind. Es tritt dabei die Blattspreite zwischen den nicht mehr fortwachsenden Gefässbündelmaschen erhaben hervor. Es kann nicht in Verwunderung setzen, dass man diese Erscheinung, die Blattkräuselung, bei vielen Pflanzen künstlich hervorbringen kann, meist durch übermässige Düngung. Dahin gehören die krausen Kohlsorten, der Salat, die Kartoffel, die Endivien (mit Abnahme der Spreite), die krausblättrige Runkelrübe, Petersilie, Cichorie, Kresse und viele andere.

Nach mehrfachen Angaben scheint die Kräuselung durch Kreuzung begünstigt zu werden. Die Ursache liegt hier vielleicht darin, dass das Entwickelungsgesetz der Zellen in den beiden gekreuzten Pflanzen sich in einzelnen Gewebetheilen, so z. B. im Gefässbündel mehr der einen, in anderen Gewebeelementen, so z. B. im Parenchym, mehr der anderen Pflanze gemäss verhält, wodurch ein Missverhältniss hervorgerufen werden muss.

An dieser Ungleichheit des Wachsthums nehmen bisweilen einzelne Gewebeschichten und Blattregionen vorzugsweise oder ausschliesslich Theil. Oft scheint dabei, wenigstens in den zarten Geweben der Krone des Perigons u. s. w. der Unterschied zwischen Gefässbündel und Parenchym fast zu verschwinden.

Dahin rechne ich die Aussackungen, Sporne u. s. w., welche bisweilen hervortreten, wo sie im Normalfall nicht vorkommen.

Eine derartige Spornbildung beobachteten Monard und Chavannes bei *Antirrhinum majus* an den Buchten der Oberlippe und der Gaumengrube. Oft tritt auch das Gegentheil hervor, so bei *Linaria*, wo der natürliche Sporn bisweilen verschwindet.

Dahin gehören auch die Becherbildungen an der Spitze der Laubblätter. Verschieden gestaltete Becher, Urnen, Pfeifen u. s. w. an der Blattspitze sind ja bei mehren Pflanzen etwas ganz Normales, so bei *Nepenthes*, *Cephalotus*, *Sarracenia* u. a. Auch verwickelt symmetrische, hohle Formen, zu deren Bildung die ganze Blattspreite verwendet wird, sind keine Seltenheit, so z. B. die Nebenkronblätter bei *Nigella*, welche Rachengestalt zeigen, die Spornbildung bei *Aquilegia*, *Aconitum* und vielen anderen. Aehnliche Gebilde, die natürlich stets auf eine verschiedene Entwickelung der einzelnen Blattpartieen nach verschiedenen Richtungen deuten, kommen auch gelegentlich als Missbildungen vor.

Mehrfach sind bei verschiedenen Kohlsorten Becherbildungen an den Enden der einzelnen Blätter beobachtet worden, unter denen die merkwürdigste die Beobachtung von Bonnet am Blumenkohlblatt ist, aus dessen Hauptrippe ein mit einem Strauss von Blättern besetzter Stiel hervorging, deren jedes dutenförmig entwickelt war. Auf das weitaus interessanteste Beispiel dieser Art bin ich durch Schleiden aufmerksam

gemacht worden und ich erwähne es um so mehr, als ich nirgends in der Literatur etwas Aehnliches beschrieben finde.

Ein Kohlrabi nämlich schliesst oben (Fig. 20, *v*) nicht in eine entwickelungsfähige Knospe, sondern in ein gamomeres, röhrenförmiges, oben becherförmig erweitertes grünes Blatt mit äusserst zarter Nervatur ab (*r* Fig. 20). Es ist also hier eine Art von Blume entstanden, welche, da sie den ganzen Stengelumfang einnimmt, ohne zu durchwachsen, den Stengel vollständig abschliesst. Der Kohlrabi ist dabei sehr stark entwickelt. Diese Form ist eigentlich das Muster des Kohlrabi-Typus und die Gärtner müssten danach streben, ihn durch die Cultur beständig und erblich zu machen. Aehnliches würde vielleicht auch bei anderen knollenförmigen und rübenförmigen Gewächsen zu erreichen sein. Streng genommen gehört diese Bildung, da sie ganz symmetrisch ist und der Symmetrie erster Ordnung folgt, schon zu den Pelorienbildungen, die wir zunächst besprechen.

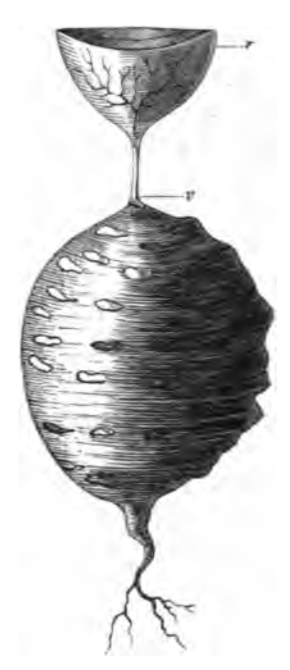


Fig. 20.

Zu den Verstaltungen kommen noch diejenigen hinzu, welche sich so häufig an den Blumenblättern mancher Pflanzen zeigen und hier gemeiniglich fälschlich als Füllungen aufgefasst werden.

Dahin gehören alle sogenannten Füllungen der *Senecionideen*, überhaupt der *Tubulifloren*. Die röhrenförmigen Scheibenblüthen dieser Pflanzen entrollen die Kronröhre bei hypertrophischen Zuständen zu einem einlippigen, 3—5zähnigen oder ganzrandigen Organ gleich den Strahlblüthen.

So entsteht die Füllung bei Astern, Georginen, *Tagetes*, *Calendula*, *Helianthus*, *Bellis*, *Achillea*, *Conyza*, *Chrysanthemum*, *Anthemis*, *Zinnia*, *Senecio*, mit einem Wort, bei allen gefüllten *Tubulifloren*. Diese sind also gar nicht echt gefüllt, sondern unvollständig metamorphosirt. Bisweilen werden einzelne der Scheibenblüthen sogar zweilippig, so dass sie die Gestalt der Blüthe einer *Labiatiflore* annehmen, wie es zuerst GAY bei den äusseren Scheibenblumen von *Podolepis gracilis Grah.* [1]) nachgewiesen hat.

---

1) *Stylolepsis gracilis Lehm.*, aus Neuholland stammend.

Es gilt für diese unechte Füllung, dass sie zuerst die äusseren Blüthenwendel ergreift und allmählich gegen das Centrum vorrückt, so dass bei unvollständig metamorphosirten Blüthenköpfen das Centrum noch Röhrenblüthen zeigt, wie das bei Astern, Georginen und anderen gefüllten Compositen bekannt genug ist.

4. Pelorienbildungen.

Die symmetrische Umwandlung von im normalen Fall asymmetrischen Gestalten ist hauptsächlich bei den Blattkreisen der Blüthe, selten bei einzelnen Laubblättern constatirt worden.

Es scheint, dass alle Pflanzenfamilien mit verwickelt symmetrischen[1] Blüthen gelegentlich Pelorienbildungen, d. h. einfach symmetrische Blüthen entwickeln.

Der Name Peloria (πέλωρ monstrum) rührt von LINNÉ her, welcher so die zuerst mit Pelorienbildung beobachtete Linaria benannte.

Im höchst entwickelten Stadium ist die Blumenkrone der Linaria eine »*corolla regularis, quinquefida, quinquecorniculata*,« also gamomer. einfach symmetrisch, fünfspaltig, fünfspornig. Ebenso zeigt die Blüthe fünf gleiche Staubblätter in regelrechter Stellung.

Dieses zuerst bekannt gewordene Beispiel lässt schon die Natur der Pelorien als Rückkehr zum einfacheren Typus und somit ihre grosse Wichtigkeit für die Kenntniss des Blüthenbaues erkennen.

Die Natur muss oft zu Gunsten der Befruchtungsorgane, ganz besonders zu Gunsten der Samenknospen die übrigen Theile und Blattkreise der Blüthe zusammendrängen und ihre Form dadurch modificiren, ja ihre Anzahl, wie bei den Staubblättern der *Scrophularineen* und *Labiaten*. verringern.

So entsteht die Spelzenblüthe der Gräser, die kelchlose Röhren- und Strahlblüthe der Compositen. In diesen beiden höchst entwickelten Pflanzenfamilien ist die grosse Fruchtbarkeit nur möglich durch Zusammendrängen einer grossen Anzahl von Früchten im Aehrchen und Köpfchen, was freilich nicht geschehen kann ohne starke Reduction und Quetschung der übrigen Blüthentheile. Aehnlich entsteht die Schmetterlingsblume, die Rachenblume, die Larvenblume, der Veilchentypus u. s. w. durch Zusammenrücken der äusseren Blattkreise auf einen möglichst kleinen Raum.

Es sind damit schon die wichtigsten Familien bezeichnet, in denen Pelorienbildungen vorkommen. Bei den *Monocotyledonen* sind es beson-

1. Wir nennen einfach symmetrische Gebilde solche, welche durch mehre Schnitte, verwickelt symmetrische solche, welche nur durch einen Schnitt in zwei symmetrisch ähnliche Theile zerlegbar sind.

ders die *Orchideen*, *Cyperaceen* und Gräser[1]), bei den *Dicotyledonen* die *Violaceen*, *Balsamineen*, *Scrophularineen* (*Antirrhinum*, *Pedicularis*, *Chelone*, *Alectorolophus*, *Linaria*, *Digitalis*, *Calceolaria* u. a.), *Labiaten* (*Teucrium*, *Dracocephalum*, *Cleonia*, *Plectranthus*, *Galeopsis*, *Nepeta*, *Sideritis*, *Mentha*, *Lamium* u. a.), *Helleboreen* (*Aconitum*), *Geraniaceen* (*Pelargonium*), *Papilionaceen* (*Medicago* u. v. a.) und *Compositen*.

Bei den Compositen (*Tagetes*, *Calliopsis* u. a.) gesellt sich die Pelorienbildung oft zur zungenförmigen Degeneration, oft tritt sie aber auch selbstständig auf. Sie ist eigentlich der umgekehrte Fall von jener; die Strahlblüthen (*Calliopsis bicolor radio tubuloso*) verwandeln sich in einfach symmetrische Röhrenblumen.

Die vollkommenste Pelorienbildung, welche ich jemals sah, fand sich bei *Linaria vulgaris L.* Ueber die Anlässe zur Pelorienbildung weiss man wenig; doch scheint auch diese Abweichung zu den hypertrophischen zu gehören und sie kann mehr oder weniger sicher durch den Samen fortgepflanzt werden.

Es ist schon oft die Beobachtung gemacht worden, dass die auf stark gedüngtem Boden entstandenen Pelorien die Zahl der Kreisglieder nicht selten vermehren.

So erwähnt FRESENIUS[2]) einer *Digitalis ferruginea* mit 6 Kronabschnitten, 6 Staubblättern und 7 Kelchblättern. Derselbe fand eine *Chelone campanulata* mit 5 fruchtbaren Staubblättern, von denen 3 den Abschnitten der Oberlippe, 2 denen der Unterlippe entsprachen, ebenso *Lamium album L.* mit fünf vollkommenen Staubblättern, *Antirrhinum majus L.* mit vollkommener Pelorie von Krone und Staubblättern, *Mentha crispata* mit vierspaltigem Kronensaum und fünf den Kelchlappen entsprechenden Staubblättern.

Man vergleiche über diese Verbildungen die Arbeiten SCHLECHTENDAL's in der Linnaea und in der Botanischen Zeitung[3]).

5. Blattmetamorphose.

Die Idee, dass die Organe der höheren Pflanzen auf ein einziges oder auf einige wenige Grundorgane zurückführbar seien, ist schon dunkel gegen Ende des 17. Jahrhunderts bei JOACHIM JUNGE (*Isagoge phytoscopica* Hamburg, 1678) aufgetaucht, von CASPAR FRIEDRICH WOLFF

1) Auch die *Scitamineen*? Vergl. MOQUIN-TANDON a. a. O. p. 173 ff.

2) Ueber Pflanzenmissbildungen p. 44 Fig. 11.

3) MOQUIN-TANDON erwähnt Pelorien bei *Orchis papilionacea*, NOULET bei *Orchis simia*, SOYER-WILLEMET bei *Ophris anthropophora*. Vgl. CRAMER, Bildungsabw. p. 8. Ferner erwähnt KIRSCHLEGER (Flora 1845 p. 613) einer *Orchis conopsea* mit schwacher Pelorie, halb gedrehten Blumen und kurzen Sporen.

(*Theoria generationis*, *Halae* 1759) zuerst bestimmt ausgesprochen, von Goethe, freilich in dichterischer Auffassungsweise, in der ganzen Pflanzenwelt als »Metamorphose der Pflanzen« und »Lehre von der Urpflanze« studirt und ausführlich dargestellt worden.

Solche allgemeine Ideen, welche eine ganz neue Bahn in einer Wissenschaft eröffnen, werden in der Regel gleichzeitig von Mehren, bald klarer, bald weniger klar ausgesprochen. Es liegt eine solche Idee nämlich lange vor ihrer klaren Darstellung dunkel in den Bestrebungen der Forscher ausgedrückt; sie ist zeitgemäss, da sie einem Bedürfniss abhilft und derjenige, welcher sie zuerst allgemein durchführt, hat das Verdienst, sie der Wissenschaft zugänglich gemacht zu haben.

Dieses Verdienst würde man sofort unbedingt Goethe zuerkannt haben, wäre nicht seine Metamorphosenlehre in einer zu dichterischen und bildlichen Form von ihm vorgetragen worden. Goethe ist Dichter durch und durch und daher völlig unfähig zu einer strengen, wissenschaftlichen Darstellung. Das ist nach unserer Ansicht die Ursache, warum man Goethe's Metamorphose erst so spät Anerkennung zu Theil werden liess. Er hat mit dichterischem Geiste dem wissenschaftlichen Standpunct weit vorgegriffen, aber eben dieser dichterische Geist hinderte die rasche Verwerthung seiner Ideen. Er ist nichts weniger als Philosoph und Denker, wie er selbst recht wohl anerkannt und in seinen verschiedensten Schriften bis in sein letztes Lebensjahr wiederholt ausgesprochen hat. Wer mit vollem Recht und klarster Selbsterkenntniss sich alle mathematische und philosophische Begabung durchaus abspricht, den können wir zwar als einen der grössten aller Dichter hoch verehren, aber in die sclavische Anbetung, die noch in neuester Zeit seinen morphologischen Leistungen gezollt worden ist, können wir nicht einstimmen.

Aehnliche Ideen wie die Goethe'schen wurden auch in Frankreich ausgesprochen, theils unabhängig von ihm, theils unter seinem Einfluss. So wurden von Pelletier und Dunal kleine Anfänge auf diesem Wege gemacht, den De Candolle mit grösstem Erfolg betrat. Die meisten Nachfolger in Frankreich und Deutschland bauten die Metamorphosenlehre aus auf Grund äusserer Beobachtungen, wobei natürlich die Missbildungen ganz besonders wichtig wurden. Erst Schleiden hat in umfassender Weise den anatomischen Bau bei der Organenlehre zu Grunde gelegt und dadurch die heutige Morphologie der höheren Pflanzen geschaffen; denn alle folgenden sind, sie mögen es nun anerkennen oder nicht, es mag ihnen bewusst sein oder nicht, auf der von ihm vorgezeichneten Bahn fortgeschritten, und wo sie vom Geist seiner Ideen und seiner Methode abwichen, da sind sie auf oft grobe Irrthümer gerathen.

Die Grundidee der Metamorphose nach Schleiden's Darstellung

liegt darin, dass dem Pflanzenkörper der höheren Gewächse, von den Lebermoosen aufwärts, ein einfacher Bildungstrieb zu Grunde liegt, welcher in ganz bestimmter Richtung thätig ist. Dieser Bildungstrieb äussert sich in zwei verschiedenen Formen, die wir als Stengel und Blätter, als Achse und peripherische oder Seitenorgane auffassen. In höchster Entwickelungsform lassen sich diese beiden Organe leicht durch eine verschiedene Entwickelungsweise unterscheiden, welche SCHLEIDEN schematisch als Spitzenwachsthum und Basalwachsthum (besser intercalares Wachsthum) bezeichnet hat. Diese Unterscheidung ist von vornherein missverstanden worden.

Der grosse Tross der Gelehrten, welche nicht selbst denken, macht nämlich stets solche Schemata zu Gesetzen und geräth dadurch auf Widersprüche. So polemisirte man gegen das sogenannte SCHLEIDEN'sche Wachsthumsgesetz mit Hülfe einzelner sogenannter Ausnahmen. SCHLEIDEN selbst hat nie den beiden Schematen eine ausnahmslose Gesetzmässigkeit vindicirt und so konnte es auch Keiner auffassen, der SCHLEIDEN's Ansicht über die Specification der Bildungstriebe in der methodologischen Einleitung in seine »Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik« gelesen und, was die Hauptsache ist, verstanden hat.

Wie es keine für allezeit scharf abgegrenzten Formen der Pflanzen überhaupt (Arten, Species) giebt, so kann es auch keine absolut und für alle Fälle stichhaltig abgegrenzte Organe geben, denn bei der mehrfachen Individualisirung der Pflanze in Zelle, Knospe, zusammengesetztes, knospentragendes Gewächs, folgt das Eine selbstverständlich aus dem Andern.

Wir verstehen also unter Stengel mit apicalem Wachsthum und Blättern mit intercalarem oder, ganz allgemein ausgedrückt, von der Achse oder bei complicirten Blättern von bestimmten Puncten derselben ausgehendem und auf diese früher oder später beschränktem Wachsthum nicht absolut trennbare Organunterschiede, sondern lediglich schematische Unterschiede, deren wir uns bedienen zur Orientirung in dem Formenchaos. Als solche sind sie nicht nur erlaubt, sondern durchaus unentbehrlich.

Die Aufgabe der Metamorphose der Pflanzen besteht also nach Vorstehendem darin, jedes Organ als Blattorgan oder Stengelorgan oder als aus beiden zusammengesetztes Knospengebilde kennen zu lernen.

Diese Aufgabe kann auf zwei verschiedenen Wegen gelöst werden: erstlich durch die phytotomische Untersuchung, um die Entwickelungsgeschichte des Gebildes aufzudecken; und zweitens durch äussere Betrachtung. Der erste Weg ist der sichere aber meist sehr schwierige, daher bis jetzt nur in wenigen Fällen mit Glück betretene; der andere ist leicht aber weniger sicher. Am meisten fördern hier die Missbildungen.

Jedes Organ kann nämlich unter Umständen den einfacheren Typus annehmen, der ihm, dem complicirteren Gebilde, zu Grunde lag. Die Metamorphose zeigte z. B., dass die Staubgefässe Blätter seien, indem sie nachwies, dass unter Umständen an ihrer Stelle Kronblätter, ja grüne Laubblätter entstehen können. Diese Form der Metamorphose nennt schon GOETHE die rückschreitende, wovon er die fortschreitende unterscheidet, bei welcher einfachere Gebilde zu höher entwickelten sich ausbilden.

Der von DE CANDOLLE und Anderen aufgestellte Unterschied zwischen Hauptorganen (z. B. Staubblätter, Pistille u. s. w.) und Nebenorganen (z. B. Dornen) ist nicht stichhaltig. Wir nennen mit GOETHE die Blattgebilde um so höher entwickelt, je höher sie an der Pflanzenachse stehen, je mehr sie sich dem Centrum der Blüthe nähern: wir kennen also nur eine fortschreitende und eine rückschreitende Metamorphose, da wir selbst die Umwandlung der Staubblätter in Pistille zur ersten Kategorie rechnen müssen.

Rückschreitende Metamorphose.

Zunächst gehört hierher die Dornbildung, welche in manchen Pflanzenfamilien regelmässig, in anderen nur durch Fehlschlagen einzelner Blätter (selbstverständlich reden wir hier nur von Blattdornen) vorkommt. Wir haben ihrer schon bei der Atrophie gedacht und können sie hier fast ohne Weiteres übergehen, mit der Bemerkung, dass sie wesentlich in einer Reduction des Blattes auf den verholzenden Blattstiel oder bisweilen auf die verholzenden Blattnerven besteht.

Auch die Blattrankenbildung gehört hierher. Die Blattranke entsteht aus dem abortirenden oder vielmehr verkümmernden Blatt. Entweder nimmt nur ein sehr kleiner Theil des Blattes Antheil an der Rankenbildung. Bei *Orobus* wandelt sich das Endblättchen in ein Spitzchen um, bei *Vicia* in eine Wickelranke. In anderen Fällen nehmen viele Blättchenpaare Theil an der Rankenbildung; oft aber schlägt die ganze Spreite fehl und die Ranke geht lediglich aus dem Stiel hervor.

Man hat für die Umwandlung der gewöhnlich nicht grünen Blüthentheile in grüne Blätter sich gelegentlich der eigentlich überflüssigen Ausdrücke: Vergrünung, *virescentia, chloranthia* bedient. Zum Verständniss der ganzen rückschreitenden Metamorphose ist die Kenntniss und richtige Beurtheilung des Blatttypus überhaupt unerlässlich. Man unterscheidet bekanntlich 3 Theile am normalen völlig ausgebildeten Blatt: Nebenblatt (*stipula*), Blattstiel (*petiolus*) und Blattspreite (*lamina*). Je nach der Ausbildungsstufe sind nun bei dem Pflanzentrieb einzelne dieser Theile besonders stark oder ausschliesslich entwickelt und danach

unterscheidet man drei Blattformen. Am Anfang eines *Anaphyton*[1]) oder Triebes stehen meist schuppenförmig entwickelte Blätter, Deckschuppen, bei denen nur die Nebenblattbildung entwickelt ist. Man nennt sie Niederblätter. Den mittlen Theil des einfachen Triebes nehmen vollständige Laubblätter ein, bei denen zwischen Nebenblattbildung, Spreite und Blattstiel oder Blattnerv, soweit diese Theile überhaupt dem Gattungs- oder Artcharakter angehören, gewissermassen das Gleichgewicht eingetreten ist.

Die höchsten Blätter am Trieb, besonders wenn er mit einer Blüthe abschliesst, entwickeln überwiegend und oft ausschliesslich die Spreite; man nennt sie Hochblätter. Diese Unterschiede dürfen freilich nur als ein sehr lockeres Schema aufgefasst werden.

Die rückschreitende Metamorphose kann nun nach dem oben Gesagten zwei Stufen durchlaufen: Verwandlung der Laubblätter in Niederblätter, und der Hochblätter in Laubblätter und Niederblätter. Innerhalb der Blüthe kommt dann noch die Vertretung der verschiedenen Wirtel und Wendel durch einander von innen nach aussen in Betracht.

Die schuppenförmige Umbildung der Laubblätter tritt bei manchen Pflanzen regelmässig da ein, wo das Blattgebilde durch äussere Einflüsse in der Entwickelung gehemmt wird, so bei untergetauchten oder mit Erde bedeckten Pflanzentheilen. Gelegentlich sind diese Erscheinungen aber auch Folge krankhafter Zustände, besonders abnormer Ernährungsweise. Es ist ihnen bis jetzt von Seiten der Gelehrten wenig Beachtung zu Theil geworden.

Ein höchst interessantes Beispiel der Rückbildung des Blattes beschreibt CRAMER bei *Acacia cornigera Willd.* (Bildungsabweichungen I. p. 101 Taf. XIII Fig. 3). Die Nebenblätter sind dornartig degenerirt, die Seitenblattstiele zweiter Ordnung (Blattstiele dritter Ordnung) sind breit, phyllodienartig entwickelt und tragen winzige, verkümmerte, röthliche Blätter.

Mehr schon hat man die Rückkehr der Deckblätter und Stützblätter der Blüthen zur Form des Laubblattes beachtet. Wir beschränken uns auf die Angabe einiger der wichtigeren derartigen Daten.

Die Kolbenscheide (*spatha*) bei den *Aroideen* hat bisweilen die Gestalt eines gestielten Basalblattes, wie SAUTER zuerst bei *Arum maculatum L.* beobachtete. Fast alle unsere *Plantago*-Arten zeigen gar nicht selten statt einzelner Deckblätter (*bracteae*) gewöhnliche, den Basalblättern ähn-

1) Wir brauchen dieses Wort nicht im Sinne von SCHULTZ-SCHULTZENSTEIN, sondern zur Bezeichnung eines Pflanzenindividuums zweiter Ordnung, nämlich der Knospe und dem aus ihr hervorgehenden einfachen Trieb, abgesehen von seiner Knospenbildung.

liche Laubblätter. Diese Beobachtung ist oft gemacht worden, so von SCHLECHTENDAL, von MOQUIN-TANDON[1]) an *Plantago maior L.*, von SERINGE an *Pl. lanceolata L.* Das schönste derartige Beispiel sah ich bei *Plantago maior L.* im Herbarium des Herrn CHR. LUEHRSSEN. Das kräftige Exemplar hatte mehre Aehren hervorgebracht. Eine derselben hatte am oberen Ende ihres Trägers, unmittelbar unter den Blüthen, aus den Bracteen eine ganze Rosette von Laubblättern geformt, so dass es ganz den Anschein gewann, als trage die Blüthenspindel eine junge, mit Basalrosette versehene Pflanze.

Ganz ähnlich beobachtete SCHLECHTENDAL es an *Amorpha fruticosa*, Andere bei *Ajuga reptans* und besonders häufig kommt es vor an den Hüllkelchblättern der Dipsaceen und Compositen, bei *Chrysanthemum*, *Centaurea*, *Zinnia* u. a.

Für *Heracleum Sphondylium L.* hat CRAMER völlige Verlaubung der Hüllblätter erster und zweiter Ordnung beschrieben. Ein Hüllblatt (Bildungsabweichungen p. 68) besass einen 20 Mm. langen Stiel und eine dreitheilige, 65 Mm. lange, 50 Mm. breite Spreite. Aehnliches beschreibt er für *Thysselinum palustre Hoffm.*

FLEISCHER[2]) beschreibt proliferirende Dolden des Kümmels (*Carum carvi L.*), bei denen die Haupthülle aus lauter normalen, schmal fiedertheiligen Blättern besteht. Die verschiedenen Umbildungen in der Blüthe und im Blüthenstand von *Carum carvi L.* sind wohl am ausführlichsten von Herrn LUEHRSSEN studirt und gezeichnet worden, von dem wir hoffentlich recht bald eine Veröffentlichung seiner teratologischen Arbeiten erhalten.

Die Scheinbeere vieler *Cupressineen* ist bekanntlich ein kleiner Zapfen, dessen Schuppen (Deckblätter) sich fleischig entwickeln. So besteht die Wachholderbeere aus 3 fleischig werdenden Deckblättern, welche zuletzt die Samenknospen völlig umschliessen. Bisweilen bleiben nun diese 3 Beerenschuppen mehr oder weniger blattartig und geöffnet, wie es zuerst von SCHLECHTENDAL (Botanische Zeitung 1862 p. 405) aufgefunden wurde.

Sehr häufig verwandeln sich die Kätzchenschuppen der Weiden in Laubblätter, besonders bei androgynischen oder unfruchtbaren Kätzchen. Noch häufiger ist die Rückbildung der Kelchblätter in Bracteen oder Laubblätter beobachtet worden, wohl hauptsächlich deshalb, weil sie augenfälliger ist. Dergleichen zeigen z. B. die Kelche der Rosen, vieler

---

1) A. a. O. p. 187.

2) Ueber Missbildungen verschiedener Culturpflanzen. Esslingen, 1862. p. 43. Taf IV. vergl. auch p. 54. 55.

Cruciferen (*Peltaria*, *Diplotaxis*[1]), *Cheiranthus*, *Sisymbrium*[2]) *Thlaspi*, *Hesperis*, *Brassica*[3]) u. m. a.), mehrer Solaneen (*Lycium* nach TURPIN), Pomaceen (häufig bei Aepfeln, Birnen u. s. w.), Primulaceen (*Primula*), Convolvulaceen (*Convolvulus sepium*), Gentianeen (*Gentiana*), Rosaceen (besonders Dryadeen, wie *Geum* u. a., aber häufig auch die verschiedensten Rosen), Umbelliferen (*Carum*, *Athamanta* u. a.), Papilionaceen (*Trifolium repens*, *hybridum* u. a.) u. s. w. u. s. w.

Ebenso häufig ist die Rückbildung der Perigonblätter und Kronblätter in Kelchblätter oder Laubblätter. Sehr schön kann man diese Metamorphosen bei Monocotyledonen, besonders bei Liliaceen, beobachten.

Eines der bekanntesten aber zugleich der schönsten Beispiele bietet die halbgefüllte Gartentulpe (*Tulipa Gesneriana L. fl. pl.*) dar. Bei der vollkommen gefüllten Tulpe sieht man statt der 3 Karpellblätter und 6 Staubblätter gewöhnliche Perigonblätter ausgebildet. Dass sie wirklich niedere Entwickelungsformen jener Organe sind, zeigt sich hier sehr deutlich darin, dass manche Blätter auf einer Seite noch Karpellblatt, auf der anderen Perigonblatt, auf einer Seite Staubblatt, auf der anderen Perigonblatt sind, so dass der Mittelnerv zwei ganz ungleichwerthige Theile, z. B. einen halben Staubbeutel und ein halbes Blumenblatt trennt.

Derartige Bildungen sind bei der Tulpe oft beschrieben worden[4]); so z. B. beschreibt FRESENIUS einen häufig vorkommenden, sehr lehrreichen Fall.

Das Pistill war oft an einer Seite der Länge nach geöffnet, oft in mehre (bis 6) unregelmässige Stücke getrennt, welche deutliche »Uebergänge in petaloidische Bildung« erkennen liessen, während der andere Rand oft noch von derber, krautiger Beschaffenheit war und auf der inneren Seite sich gewöhnlich die unentwickelten Samenknospen zeigten.

Fast in allen stärkeren Füllungen gehen nicht bloss aus sämmtlichen Staubblättern und Karpellblättern Perigonblätter hervor, sondern die Wirtel vergrössern auch ihre Gliederzahl. Eigentliche Wirtel kommen nun überhaupt nicht mehr zur Ausbildung und das ist das interessanteste Factum bei den Füllungen fast aller Monocotyledonen und vieler schraubenständigen Dicotyledonen[5]). Als Grundstellung muss man nämlich für die Monocotyledonen die schraubenständige, für die Dicotyledonen dagegen die wirtelständige Insertion halten, denn bei den Monocoty-

---

1) Nach SERINGE.

2) Nach FRESENIUS a. a. O. p. 57.

3) Nach FLEISCHER p. 1 ff.

4) Vgl. u. a. FRESENIUS, Pflanzenmissbildungen. p. 40.

5) Davon giebt es indessen Ausnahmen. Die Tulpen, namentlich die *Tournesol*-Tulpe, lassen bei der Füllung oft deutlich sechszählige Wirtel (dreizählige Doppelwirtel) erkennen.

ledonen ist das erste Blatt einzeln, bei den meisten Dicotyledonen tritt zuerst ein Blattpaar hervor. Es ist daher bei den Monocotyledonen die Wirtelstellung, bei den Dicotyledonen die Schraubenstellung als Abweichung vom normalen Typus zu betrachten. Um so interessanter ist es, dass bei der rückschreitenden Metamorphose der wirtelständigen monocotylen Blüthe diese in die Schraubenstellung zurückkehrt. Die Perigonblätter der halbgefüllten Tulpe sind nicht mehr wirtelig, sondern bei genauer Untersuchung deutlich schraubig inserirt.

Unter einer grösseren Anzahl findet man immer einzelne Blüthen, bei denen namentlich die äusseren Perigonblätter sehr stark aus dem Wirtel heraustreten und eine tiefere Stelle am Stengel einnehmen, indem sie zugleich den an der Stengelbasis inserirten Laubblättern überaus ähnlich werden, nur meistens kleiner bleiben. Die oberen dieser stengelständigen, schraubigen Perigonblätter sind in der Regel nur theilweise vergrünt, namentlich häufig in der Mitte grün, am Rande dagegen zart perigonblattartig.

Die Abweichungen von der regelmässigen Anzahl der Blüthentheile kommen aus dem genannten Grunde bei Monocotyledonen und schraubenständigen Dicotyledonen häufiger vor als bei echten Wirtelpflanzen. *Paris* ist eigentlich eine stetige Ausnahme von der Dreizahl der Monocotyledonen, da ihre Wirtel 4-zählig oder 2×2-zählig sind. Die nämliche Ausnahme kommt gar nicht selten im botanischen Garten zu Jena bei *Tulipa silvestris L.* vor, so dass ihre Blüthen 2×4 Perigonblätter, 2×4 Staubblätter und 4 Fruchtblätter mit 4 Mündungslappen und 4 Fächern erzeugen. Fresenius (a. a. O. p. 44) beschreibt ganz dasselbe Vorkommniss, neben den völlig variabeln Zahlenverhältnissen bei *Gagea arvensis Schult.*, wo Staubblätter und Perigonblätter in der Anzahl zwischen 4 und 11 schwanken, der Fruchtknoten 2—7 kantig erscheint. Ebenso beschreibt derselbe *Lilium bulbiferum* mit 9 Staubblättern und 6 Perigonblättern, wo oft der unregelmässigerweise eingeschobene Staubblattkreis mehr oder weniger perigonartig rückgebildet ist und das Ovarium oft nur zwei Carpellblätter unterscheiden lässt.

Sehr oft sind diese Rückbildungen mit Verkümmerungen verbunden, wie Schlechtendal[1]) es bei *Fritillaria* beschrieben und Fresenius[2] es gleichfalls beobachtet hat. Perigon und Pistill, mehr oder weniger auch die Staubblätter, werden auf eine geringe Grösse (die Perigonblätter auf schmale Blättchen von 4 Linien Länge) reducirt, wobei ihre Basis vollkommen entwickelte Honiggruben trägt. Bei den an der Lilie aufgefundenen Abweichungen waren bisweilen „beiderlei Geschlechtstheile

1 Linnaea V. p. 492.
2 a. a. O. p. 45.

zu einer zwitterhaften, halb pistillarischen, halb staminösen Masse verschmolzen," wobei der Fruchtknoten begann auseinander zu weichen, das eine Fruchtknotenstück einen fast normalen Staubweg bildete, während die anderen oben theils unvollkommene Griffelbildung, theils Antherenbildung mit Pollen zeigten und an der theilweise offenliegenden Innenseite Reihen kleiner Samenknospen wahrnehmen liessen.

Nicht minder reich an Vergrünungen und Rückbildungen der Perigonialblätter ist die nahe verwandte Gruppe der Smilaceen. Wir haben schon gesehen, dass die Gattung *Paris* einen beständig abweichenden Typus bildet. 2×2 Laubblätter, die eine eigenthümliche, hüllenartige Stellung einnehmen, stehen unter der 2×2-zähligen Blüthe. Nicht selten werden alle diese Wirtel in der Zahl verändert, oft nur einzelne derselben. CRAMER[1]) referirt nach WEINMANN 5 Laubblätter und 5 Perigonblätter, an einem andern Beispiel nach ENGELMANN 5 und 6-gliedrige Blüthen, nach MOQUIN-TANDON 3 Laubblätter und in einem anderen Fall 5, deren eines eine zweilappige Spitze zeigt. ALBRECHT von HALLER hatte sogar eine Einbeere mit 506 Blättern gefunden.[2])

Für verschiedene Convallarien sind Füllungen der Blumen beobachtet worden, so für *C. polygonatum L.* von JÄGER, wobei zwei Wirtel entstanden, welche so miteinander verschmolzen, dass sie eine Schraube bildeten. ENGELMANN beobachtete bei *Conv. maialis L.* Vermehrung und Trennung der Perigonblätter mit Achselblüthenbildung an den äusseren Blättern. Wir werden noch interessante Verschiebungen bei Besprechung der vollständigen Antholyse in's Auge zu fassen haben.

Eine der auffallendsten Vergrünungen kommt bei den Colchicaceen und zwar bei unserer gemeinen Zeitlose (*Colchicum autumnale L.*) vor. Sie zeigt sich alljährlich an bestimmten Stellen der Wiesen des Jenaischen Saalthals und ist auffallend schon durch die Blüthezeit, denn diese Blüthen brechen im Mai und Juni hervor, während sonst die Zeitlose bekanntlich im Herbst (Mitte August bis gegen Ende October) blüht. Die Blüthe weicht bisweilen in der Zahl ab, ist aber oft in dieser Beziehung ganz normal; dagegen sind stets die Perigonblätter sehr lang und schmal, aussen meist grün, innen gelblich, bisweilen ganz blassgelb. Wer die Pflanze zum ersten Male sieht, wird sie einer ganz neuen Art zuschreiben. Die Blüthenstengel, 1 bis 2, treten aus der Mitte der bekannten, büschelartigen Blattrosette hervor. Dieses Vorkommniss ist von FLEISCHER[3]) recht gut beschrieben und abgebildet worden nach Exemplaren, die er

---

1) A. a. O. p. 5.

2) Vgl. MOQUIN-TANDON a. a. O. p. 330, ferner über Umwandlung in Kelchblätter das. p. 194 ff.

3) Missbildungen, p. 88 ff. Fig. VIII.

am 18. April 1857 im Dürrenbachthal bei Hohenheim gefunden hatte. Bei seinen Findlingen waren fast immer die Staubblätter und selbst die Carpellblätter mehr oder weniger degenerirt. Er bekennt, über die Ursache dieses Vorkommens nichts zu wissen und auch ich glaube diese Frage noch nicht vollständig lösen zu können, doch aber einen Anhaltspunct dafür gewonnen zu haben.

Im Jahre 1858 (15.—18. August) wurde in Jena das Universitäts-Jubiläum des dreihundertjährigen Bestehens feierlich begangen. Die grosse Festhalle für den Commers schlug man auf der Paradieswiese auf. Es wurde natürlich auf dieser Wiese durch das Betreten tausender von Menschen die Vegetation völlig unterdrückt und die sonst sie schmückenden Zeitlosen konnten sich nicht entfalten. Dafür fand man im folgenden Frühjahr zahlreiche vergrünte Zeitlosenblüthen, ganz besonders an der Stelle, wo die Festhalle gestanden hatte. Mehre Jahre hindurch trat die Erscheinung an derselben Stelle auf, doch scheint sie nun fast verschwunden zu sein.

Ich möchte an diese Beobachtung die Vermuthung knüpfen, dass das unzeitige Hervorbrechen vergrünter Blüthen der Herbstzeitlosen lediglich Folge ihrer Unterdrückung oder Zerstörung im Herbste sei, wofür man auf keiner Wiese lange nach Gründen zu suchen braucht, da diese sich in der Lagerung und Aufstapelung von Holz, Reisig, selbst der Grummethaufen u. s. w. von selbst anbieten.

Auch bei den Orchideen kommen Chloranthien vor, wie wir später sehen werden. Unter den Dicotyledonen betrachten wir zunächst die Ranunculaceen und die ihnen verwandten Gruppen, welche Schraubenstellung als Familiencharakter zeigen, weil sie die meiste Analogie mit der Stellungsverschiebung der Monocotyledonen darbieten. Ich kann diesen Gruppen, besonders den Ranunculaceen auch nur ein Perigon, nicht Kelch und Krone zuschreiben bei der Unbestimmtzähligkeit, welche z. B. *Anemone* und *Ranunculus* oft schon im wilden Zustand unter scheinbar ganz normalen Verhältnissen zur Schau tragen. Untersucht man im Walde eine Anzahl Blüthen von *Anemone nemorosa*, so wird man fast alle Zahlen der Perigonblätter von 5—12, ja von 4—20 vertreten finden.

FRESENIUS[1]) beschreibt eine *Pulsatilla pratensis Mill.* mit stark vergrünten, oft dunkel violett gesäumten Perigonblättern, ein Vorkommniss dessen schon früher REICHENBACH (*Flora excursoria* p. 734) und KOCH (Deutschland's Flora IV. p. 104 und Bot. Ztg. 1832 p. 535) Erwähnung gethan hatten.

Ebenderselbe (a. a. O. p. 37) bespricht einen Fall von *Anemone* ne-

1) Pflanzenmissbildungen pag. 34 Fig. 1.

morosa L. wo Perigonblätter und Laubblätter in gestielte, mehr oder weniger eingeschnittene, halb corollinische, halb laubartige Blätter umgewandelt waren, besonders waren die vier äussersten Perigonblätter vollkommen grüne Laubblätter geworden mit einem 8 Linien langen Petiolus und dreitheiliger Lamina, so dass sie ein zweites Involucrum bilden unter der sehr kurzstieligen Blüthe. Bei *A. ranunculoides L.* fand er wie ENGELMANN das fünfte Perigonblatt halb krautartig und getheilt.

Ich besitze im Freien eingesammelte, vollständig gefüllte Blumen von *Pulsatilla pratensis Mill.*, welche Herr GEHEEB vor einigen Jahren auf der Rudelsburg bei Kösen eingesammelt und mir gütigst überlassen hatte. Für die Demonstration der Schraubenstellung sind diese Füllungen sehr instructiv. Freilich kann man sich dazu ebenso gut der zahlreichen gefüllt vorkommenden Arten von *Paeonia* in unseren Gärten bedienen.[1] Bei allen diesen Füllungen von *Paeonia* wird der Hüllkelch unbestimmtzählig, man sieht deutlich, dass die Blätter desselben nicht aus der Spreite, sondern aus der Nebenblattbildung eines Laubblattes hervorgehen und kann alle Stadien der Entwickelung der zuletzt gefiederten Spreite bis zur Form des Laubblattes verfolgen, wobei die Blätter bedeutend am Stengel herabrücken. Ebenso unbestimmtzählig ist bekanntlich die Zahl der Carpellblätter. Die Füllung beruht bei Paeonia[2]), Pulsatilla, Anemone und Ranunculus, ja ich glaube bei allen Ranunculaceen, auf einer Rückbildung der Staubblätter, zuletzt der Carpellblätter, in Perigonialblätter, oft auch auf blosser Vermehrung der Perigonblätter.

An *Pulsatilla vulgaris Mill.* sind häufiger Chloranthien und Füllungen beobachtet worden und die Anemonen unserer Gärten verhalten sich bei der Füllung ebenso, so z. B. die schöne *Anemone japonica.*

CRAMER[3]) stellt die Abweichungen im Blüthenbau der Ranunculaceen, welche in der Literatur Besprechung gefunden haben, zum Theil zusammen und ich will hier nur die wichtigsten seiner Angaben erwähnen.

Fasciationen sind, wie bei allen Pflanzen, auch hier mehrfach aufge-

---

1) Dafür ist Paeonia viel zu wenig beachtet worden, wie man daraus sieht, dass die Apostasis wie sie A. BRAUN beim frondescirten Perigonblatt von *Helleborus foetidus L.*, ENGELMANN bei *Caltha palustris L.* und noch Andere bei Füllungen von Ranunculaceen beobachteten, als etwas besonders Merkwürdiges angesehen wurde.

2) CRAMER giebt (a. a. O. p. 82) nach JÄGER für Paeonien fälschlich an, die Füllung beruhe lediglich auf der Vermehrung der Kronblätter. Es mag so vorkommen; der gewöhnliche Fall ist aber die Rückbildung der Staubblätter. Es ist seltsam, wie man eine so leicht zu constatirende Thatsache kritiklos wiedergeben kann. Gerade bei Paeonia werden zuletzt immer auch die Carpellblätter in die Füllung hineingezogen.

3) Bildungsabweichungen p. 80 ff.

funden, was ich im Einzelnen der Erwähnung nicht werth halte [1]). Ebensowenig bedeutungsvoll sind Verschiebungen der Laubblätter, wie sie bei *Clematis integrifolia* und anderen Arten beobachtet worden sind.

Vermehrung der Hüllblätter fand IRMISCH (Botanische Ztg. 1848) bei *Hepatica nobilis Volk.*, wo der Wirtel verdoppelt war; bei *Anemone nemorosa L.* fand VON MOELLENDORF [2]) deren fünf statt drei, doppelt so lang als sonst gestielt und unmittelbar unter die vergrünten Perigon- und Staubblätter gestellt. Bei *Hepatica* sah ich wiederholt die Hüllblätter sehr fern von der Blüthe gerückt und an Gestalt den Laubblättern mehr oder weniger ähnlich; Abweichungen in Zahl und Form der Hüllblätter bei *A. nemorosa L.* sind noch häufiger.

Bekannt ist die Füllung der rothen Gartenform der *Hepatica*. Auch im wilden Zustand füllt die Blüthe sich bisweilen. Im Rauthal bei Jena ist eine Stelle, wo regelmässig *Vinca minor L.* roth und mehr oder weniger gefüllt auftritt, ebenso kommen an derselben Stelle oft rothe und bisweilen schwach gefüllte Blüthen von *Hepatica* vor. Der Boden ist eine fette Walderde. Auch Blüthen mit rein weisser Blume und kirschrothen Staubbeuteln sind im Rauthal wie überhaupt in der *Flora Jenensis* häufig. Ebenso sind, um es hier gleich zu erwähnen, vorschreitende Metamorphosen der Hüllblätter in Perigonblätter bei Anemonen beobachtet worden. Besonders häufig findet man das bei *Anem. ranunculoides L.* Bei sorgfältigem Suchen nach den Abweichungen begegnet man solchen der verschiedensten Art, namentlich der Vereinigung zweier Blüthen stets in der Jenaischen Flora. Es werden *Anemone patens* (JÄGER, Missbildungen p. 59), *Anemone ranunculoides L.* (ENGELMANN *de antholysi* und Andere), *Hepatica* (CRAMER) und *Pulsatilla* angeführt.

Durchwachsungen sind bei Ranunculaceen sehr häufig aufgefunden, so bei *Caltha*, *Ranunculus acris* und *asiaticus* (mehre Sprossungen über einander), *Anemone hortensis* (JÄGER), *Ranunculus flammula* (WIGAND), *Delphinium elatum* (BROGNIART) u. a.

Sehr schöne *Diaphysis* sah ich bei *Anemone japonica* im Botanischen Garten zu Jena, ebenso Doppelblüthen, welche überhaupt bei Ranunculaceen sehr häufig sind [3]).

Fast werthlos sind die zahllosen Angaben über Zahlenabweichungen im Perigon bei den Ranunculaceen, da sie eigentlich nichts weiter zeigen

1) Herr LÜHRSSEN fügt den von CRAMER angeführten von *Delphinium elatum*, *Ranunculus tripartitus*, *bulbosus* und *philonotis* noch eine an *R. repens L.* und *R. acris L.* beobachtete, hinzu. Bei verschiedenen hochwüchsigen *Delphinien* sah ich sie wiederholt sehr schön.

2) Die Blüthe war dabei stiellos.

3) CRAMER führt aus der Literatur nur *Ranunculus Lingua L.* JUSSIEU und *Aconitum napellus L.* JÄGER an. Vergl. MOQUIN-TANDON a. a. O. p. 255.

als die schon bekannte Thatsache, dass hier eigentlich gar keine bestimmte Anzahl typisch vorliegt, dass die Zahl fünf nur eine Mittelzahl ist.

Auch dem Unterschied der Rückbildung in Kronenperigon und Kelchperigon, wie ihn A. BRAUN an *Delphinium* und *Aquilegia* nachweist, ist kein grosser Werth beizulegen. FRESENIUS (Pflanzenmissbildungen p. 36) beschreibt einen Fall vollständiger Verlaubung des Kronperigons, der Staubblätter und Fruchtblätter von *Actaea spicata* mit normalen Kelchblättern. Die umgewandelten Blättchen sind langgestielt, rundlich, dreifach genervt, eingeschnitten gesägt. Streng genommen gehört dieser Fall zu den Durchwachsungen, was auch FRESENIUS zuzugeben scheint. Die *Chloranthie* war hier erblich, wie in manchen Fällen.

Wenden wir uns zunächst den Vergrünungen und Verlaubungen der echten Krone zu. Hier sind zwei Stufen zu unterscheiden: Entweder kommen statt der Kronblätter Kelchblätter (*sepala*) zum Vorschein, oder die Kronblätter (*petala*) sind durch gewöhnliche Laubblätter vertreten Der zweite Fall ist mindestens ebenso häufig wie der erste.

MOQUIN-TANDON[1]) fand Vergrünungen bei *Echinophora maritima*, *Diplotaxis muralis* und *Amygdalus communis*; ferner citirt er für blattartige Kronblätter an *Dictamnus*: MARCHANT, DU PETIT THOUARS und EISENHARDT, an *Campanula*: POLLINI, an *Phyteuma*: GILIBERT, an *Rubus*: SPENNER, an *Verbascum*: DELILE, am Klee: SPENNER (der Herausgeber der Térat. ausserdem JÄGER, SERINGE, STEINHEIL und SCHIMPER) an *Spiraea*: A. DE JUSSIEU, an *Hesperis*: DE CANDOLLE, endlich citirt der Herausgeber: BISCHOFF an *Tropaeolum maius L.*

Die Vergrünungen können wir für *Verbascum nigrum L.* bestätigen bei einer gänzlichen, später zu beschreibenden Antholyse.

Fügen wir aus der uns bekannten Literatur noch einige Beispiele an.

Die Cruciferen unterliegen häufig den verschiedensten Graden und Formen der Antholyse. FLEISCHER[2]) beschreibt unter seinen missgebildeten Blüthen von *Brassica napus L. α oleifera K.* solche mit laubblattähnlichem Kelch und andere, wo ausser dem Kelch auch die Krone mehr oder weniger vergrünt war. In anderen Fällen war die Krone verkümmert.

Einen nicht minder ausgeprägten Fall finden wir bei FRESENIUS[3]) bei *Sisymbrium officinale L.* beschrieben. Die Kelchblätter stellten vier grüne, eiförmig-längliche, stumpfe Blätter, die Kronblätter vier schmal lineal-längliche grüne Blätter dar; beide sind am Rand und auf dem Nerven (rückseits) gewimpert. Auch die Staubblätter sind vergrünt,

1) A. a. O. p. 188.
2) Missbildungen p. 5, 7.
3) Pflanzenmissbildungen p. 37.

obschon sie an der Spitze noch Pollen entwickeln. Sie zeigen eine Abweichung im Längenverhältniss, da dem Kelch zwei längere, der Krone vier kürzere opponirt sind. Auch das Pistill hat sich in zwei lineal-lanzettliche, beiderseits behaarte Blätter aufgelöst; in anderen Fällen ist es noch geschlossen, enthält aber langgestielte, in eine grüne, behaarte, nahezu dreieckige Lamina umgewandelte Samenknospen. Häufiger noch sind Chloranthien bei den Primulaceen beobachtet worden, so von FRESENIUS[1] an *Anagallis phoenicea*, wo die Kronblätter vergrünt, der, oft auch nebst dem Kelch beträchtlich vergrössert und in Laubblätter umgeformt waren. Die nämliche Verlaubung zeigte oft auch das Pistill.

Derselbe führt *Primula praenitens*[2]) an mit vergrössertem, aufgetriebenem Kelch- und Kronwirtel. Sehr häufig findet man Aehnliches wie auch Füllungen aller Formen bei der chinesischen Primel beschrieben. Man findet die frühere Literatur bei CRAMER[3]) zusammengestellt. *Primula auricula L. var. hortensis* zeigte nach ihm in mehren Fällen Abweichungen in den Zahlenverhältnissen bei Kelch und Krone.

Bei *Primula chinensis Lindl.* kann man erbliche Vergrünungen fast in jedem Garten studiren. Sehr interessante Vergrünungen derselben Pflanze bis zur völligen Verlaubung der Kronblätter beschreibt und zeichnet CRAMER (a. a. O. Taf. I.).

FRESENIUS (a. a. O. p. 34) beschreibt von anderen Pflanzenfamilien zunächst Vergrünungen an *Symphytum officinale L.* Die Krone war grün und derb, der Kelch in fünf fast bis zur Basis getrennte Blätter getheilt, welche als Laubwirtel die Krone weit überragten. In einem Fall fanden sich sechs derartige Kelchblätter und sechs Kronzipfel vor. Derselbe (a. a. O. p. 37) erwähnt einer Missbildung an *Gilia glomeriflora*, welche schon ENGELMANN (*De antholysi*) beschrieben und gezeichnet hatte. Auch die Rosaceen geben zahlreiche Beispiele, wie überhaupt die Abweichungen in grossen Familien häufiger sind als in kleinen.

FRESENIUS[4]) beschreibt Vergrünung und Verkrautung der Krone bei *Spiraea oblongifolia*, wobei die Staubblätter normal bleiben, die Kelchblätter aber wesentlich vergrössert, sägezähnig, weichhaarig, laubähnlich werden. Die gänzliche Verlaubung der Kelchblätter, seltener der Kronblätter der Rose, besonders der Centifolie, sind bekannt genug.

Eine sehr schöne *Chloranthie* beschreibt FLEISCHER (Missb. p. 82 ff. für *Poterium polygamum* und *P. sanguisorba L.* Die Krone zeigt vier gestielte, mannigfach variirende, grüne Blätter. Dabei hat zwischen Deck-

1) A. a. O. p. 34.
2) Das. p. 38.
3) Bildungsabweichungen p 13 ff.
4) A. a. O. p. 34.

blättchen und Krone eine starke Stielverlängerung stattgefunden. Die Staubblätter sind kaum verändert.

Reich an *Chloranthien* und an Metamorphosen jeder Art sind die *Papilionaceen*. Wir haben schon der blattartigen Ausbildung der Kelchzähne bei *Trifolium repens L.* Erwähnung gethan, welche ausser vielen Anderen auch von FRESENIUS beschrieben wird. In seinem Fall zeigte sich der höchste Grad der Umbildung zu gestielten, gefiederten Blättern mit keilförmigen, stark gerippten, gegen das Ende scharf gezähnten Blättchen. Vollständige Antholysen von *Trifolium repens L.* und *Tr. hybridum L.*, verbunden mit starker Verlängerung der doldenständigen Blüthenstiele und oft mehrfacher Zusammensetzung des Blüthenstandes finden sich an sumpfigen Stellen auf den Wiesen um Jena alljährlich ein. Das nämliche Vorkommniss findet sich in der Gegend von Bremen, wie Herr LÜHRSSEN mir versicherte und für *T. repens L.* an getrockneten Exemplaren zeigte.

ROB. CASPARY [1] hat der *Phyllanthie* des weissen Klees (*Tr. repens L.*) eine sehr schöne Darstellung gewidmet, der wir Folgendes entnehmen: »Der Kelch bildete an der Basis immer eine Röhre, aber die sonst dreieckig-lanzettlichen Zähne desselben waren entweder in oblong-lanzettliche Lappen verwandelt, von denen die beiden der Achse zugekehrten etwas grösser waren, oder diese beiden waren fast sichelförmig und mit einem Zahn versehen, oder sie waren beträchtlich grösser als die andern drei, bis zu $^1/_3$ oder $^1/_2$ ihrer Länge mit einander verbunden, halbeiförmig und auf der einander abgewendeten Seite gezahnt (vergl. die Fig. 21 *s*), oder es waren alle oder die meisten der Kelchblätter gestielt, trugen eine umgekehrt herzförmige und gezahnte Spreite und sahen aus wie ein einzelnes Blättchen eines kleinen Laubblattes; die 3 der Achse abgewendeten oder nur 2 derselben waren dann kleiner als die beiden der Achse zugekehrten. Seltener war die Spreite gezweit oder zeigte Ansatz zur Gedreitheit. Ganz gedreite Kelchblätter, wie SCHIMPER einige abbildet, sah ich (CASPARY) nicht« u. s. w.



Fig. 21. Vergrünte Blüthe von *Trifolium repens L.* nach CASPARY, *s* die halb verkrauteten Kelchblätter, *g* das in ein Blättchen rückgebildete Pistill.

1 R. CASPARY, Vergrünungen der Blüthe des weissen Klees. Schriften der Physik. Oec. Gesellsch. zu Königsberg. Jahrg. II. p. 51 ff.

Dieser von CASPARY mitgetheilte Fall unterscheidet sich von dem in meinem Herbarium befindlichen aus der Jenaischen Flora dadurch, dass Krone und Staubblätter[1]) mehr oder weniger verkümmert waren, während bei meinen Exemplaren die Krone sich ungemein vergrössert hat und in einzelnen Blüthen vergrünt ist. Der Kelch zeigt ganz ähnliche Formen, wie CASPARY sie beschreibt.

Ganz dieselbe Erscheinung ist auch von FLEISCHER[2]) beschrieben und abgebildet worden und seine Arbeit ergänzt insofern sehr hübsch die von CASPARY, als die Figuren ein treues Bild vom Habitus der Pflanze geben. Bei *Tr. repens L.* ist das Vorkommen nach FLEISCHER genau das nämliche wie in der *Flora Jenensis*. Im Ganzen ist die Erscheinung bei *Trif. hybridum L.* ganz die nämliche, namentlich tritt auch hier die starke Verlängerung der doldig angeordneten Blüthenstiele auffallend hervor, ebenso die starke Verlaubung der Kelchblätter. Die Verbildung derselben ist ganz wie bei *Trifolium repens L.* nach CASPARY und nach meinen Exemplaren, nur erreicht sie in den von FLEISCHER beschriebenen Fällen von *Tr. hybridum L.* einen weniger hohen Grad. Blumenkrone und Staubblätter waren meistganz normal



Fig. 22. *Chloranthie* von *Oenothera striata* nach FRESENIUS. *a* die *sepala*, *b* die *petala*.

Sehr lehrreiche Chloranthien zeigen die *Onagreen*, besonders *Oenothera*, wofür wir in Fig. 22 einen Fall nach FRESENIUS Pflanzenmissbildungen p. 35 mittheilen. Die Kelchblätter (*a* Fig. 22 waren derb, aber von normaler Form, weder behaart noch schwach gefärbt, die Kronblätter (*b* Fig. 22) waren in lanzettliche gezähnte, grüne Vegetationsblätter rückgeschlagen. Stamina unfruchtbar, sonst unverändert.

1) Ebenso bei FLEISCHER. Missbildungen p. 76. 77. Taf. VII.

2) Missbildungen. p. 65.

Pistille verlängert mit kurzlappiger Narbe. In einem anderen Fall waren die 4 Kelchblätter vollständig getrennt; Krone und Staubblätter wie im ersten Fall; Pistill vollkommen in Laubblätter aufgelöst. Einen dritten Fall zeigt Fig. 23 *A* im Vergleich mit der Normalblüthe (Fig. 23 *B*), Kelch und Krone sind getrenntblättrig, gezähnt, völlig vergrünt (*a* und *b* Fig. 23 *A*;



Fig. 23. *Oenothera striata* nach FRESENIUS. *A* eine degenerirte Blüthe (*Chloranthie*), *B* zum Vergleich damit eine normale Blüthe. *a*=*sepala*, *b*=*petala*, *c*=*stamina*, *d*=*pistillum*.

Fig. 23 *B a* und *b*). Die Staubträger (*c*) zeigen ebenfalls die völlige Vergrünung und tragen an der Spitze eine unfruchtbare purpurne Anthere, welche einem spathelförmigen, gezähnten Blatt aufsitzt; das Pistill (*d* Fig. 23 *a*) hat sich ebenfalls in Vegetationsblätter aufgelöst, welche denen der äusseren Kreise ganz ähnlich sind.

Die von FLEISCHER [1]) beschriebene *Chloranthie* bei *Carum carvi L.* wollen wir später besprechen, weil sie mit weit durchgreifenden Monstrositäten des gesammten Pflanzenkörpers verbunden auftrat. Man findet für die *Umbelliferen* wieder eine reiche Literaturübersicht bei CRAMER [2]). Er selbst fand schwache Vergrünung der Kronblätter bei *Thysselinum palustre Hoffm.* Die Blüthen hatten einen deutlichen unterständigen Fruchtknoten, 5zähnigen, oberständigen Kelch, 5 mit den Kelchzähnen alternirende, gänzlich weisse Kronblätter, 5 den Kelchzähnen opponirte Staubblätter und zwei grüne, rinnenförmige, bis 6 Mm. lange, spitzwinkelig divergirende Griffel. Auch bei *Daucus carota L.* auf einer hochgelegenen, kiesigen Wiese beobachtete derselbe eine schwache Vergrünung

1) Missbildungen p. 23.

2) Bildungsabweichungen p. 62—68.

der Kronblätter, wobei sie meist alle fünf gleiche, verlängerte und verschmälerte Gestalt angenommen hatten, während der Kelch in 5 länglich 3eckige oder lanzettliche Blättchen rückgebildet war.

Weit interessanter ist die von ihm[1] für *Dipsacus fullonum L.* beschriebene Chloranthie. Die Deckblätter der Köpfe werden 1½—2 Zoll lang, schmallinealisch, gesägt und gewimpert, grün, weich, mit undeutlichem Kiel und kurzer Spitze. Die Blüthen besitzen gar keine Geschlechtsorgane mehr, sondern nur Kreise den Deckblättern ähnlicher Blätter. Die Blüthe stellt eine lange dünne, oben meist erweiterte und in [illegible]—4 Lappen gespaltene Röhre dar. Bisweilen steigt aus der Röhre nach der ersten Spaltung eine zweite, röhrige gamomere Bildung, offenbar dem Staubkreis entsprechend, hervor[2]. Es bildet sich oft eine dritte, [illegible] lange Röhre, welche »mit einer Art von Knöspchen« endigt, welches aus 4 undeutlichen, wie die Zipfel der 2ten Theilung ungleich langen, Blättchen besteht. Eine weitere Fortsetzung der Achse ist nicht wahrzunehmen. Leider fehlt es gänzlich an einer mikroskopischen Analyse und ebenso vermisst man ungern jede Angabe über das Verhalten des Frucht Kelches. Er stellt nur beim Resultatziehen die Behauptung auf, dass die ersten beiden Blattkreise dem Doppelkelch angehörten ohne [illegible] nur eine Andeutung für die Richtigkeit dieser Ansicht zu liefern.

Die Umwandlung der Staubblätter in Kronblätter oder Laubblätter[3] [illegible] eine für die praktische Gartenkunst [illegible] denn auf ihr beruht [illegible]

Wir [illegible] der Staubblätter [illegible] u. a. und *Ranunculus* [illegible] *Paeonia* u. s. w. [illegible] hier mit Vermehrung [illegible] gefülltes Veilchen, [illegible] liefern zahlreiche [illegible]

[illegible] so bei den [illegible] *Heracleum*

[illegible]

[illegible] Röhre [illegible]

[illegible] oder fädigen [illegible] aber der Aus- [illegible] denn ein [illegible] umwandeln. Es [illegible]

sphondylium L. und *Daucus carota L.*, bei den *Diosmeen*, wo TURPIN sie an *Dictamnus* nachwies. FLEISCHER[1]) erwähnt eines Beispiel petaloidischer Staubblätter für *Carum carvi L.*

Die Art und Weise der Füllung ist natürlich bei jeder Blume von ihrem Normalbau abhängig. Während sie z. B. bei *Papaver*, wo sie sehr leicht bei allen Arten von Statten geht, ebenso bei *Eschscholtzia*, *Glaucium* und anderen *Papaveraceen* lediglich auf einer Rückbildung der Staubblätter in freie Kronblätter sowie auf Vergrösserung der Anzahl derselben beruht, sind dagegen bei der Füllung der *Primulaceen* die Füllblätter gamomer röhrenförmig vereint. So besitzen wir in den Gärten ein Primel, welches von *Primula elatior* abstammen soll mit einer am oberen Röhrenende oder tiefer hinab verbundenen Doppelkrone, so wie es von FLEISCHER für *Dipsacus* beschrieben wird. Dieses ist die einfachste Form der gefüllten Primel, welche die Gärtner als halbgefüllt zu bezeichnen pflegen[2]). Seltener bleiben die Staubblätter in der Form fast unverändert, sind aber steril, wobei bisweilen die Antheren stark anschwellen. Die vollkommene Füllung der Primel kommt dadurch zu Stande, dass auch die Carpellblätter sich corollinisch umbilden, während die Zahl der Blätter und Blattwirtel sich bedeutend vermehrt. Alle diese Wirtel bleiben mehr oder weniger gamomer mit einander und in ihren Gliedern verbunden. Die freie Entwickelung der Staubblätter, wie A. DE CANDOLLE sie beobachtete, ist weit seltener und für freiblättrige eigentliche Füllungen fehlen die Angaben. In dem von CRAMER[3]) mitgetheilten Fall bei der Aurikel waren zwar die Blätter der secundären Krone im selbstständigen Theil getrennt, unten aber unselbstständig, d. h. mit der Kronenröhre vereint.

Die Fälle freier Kronblätter, welche CRAMER für die chinesische Primel als seltene Vorkommnisse angiebt, sind nicht Füllungen, sondern Chloranthien. Der interessanteste Fall dieser Art ist derjenige, welchen er auf Taf. V. Fig. 7 abbildet. Die Krone hat sich in fünf freie, gestielte, grüne, schraubenständige Blätter mit $^2/_5$ Divergenz aufgelöst. Vom Staubkreis waren die beiden inneren Glieder ebenfalls, bei normaler Beschaffenheit der 3 äusseren, völlig in Laubblätter umgewandelt. An der Stelle des Stempels fanden sich zwei winzige Laubblättchen.

In einem anderen Fall, den CRAMER[4]) mittheilt, war der 4zipfelige Kelch an einer Seite aufgeschlitzt, die Krone 5blättrig, vergrünt, die

1 Missbildungen p. 34. Vrgl. namentlich auch MOQUIN-TANDON. Térat. p. 196 ff.

2 Vergl. auch CRAMER, Bildungsabw. p. 18.

3 A. a. O. p. 22.

4 A. a. O. p. 28. Taf. I. Figg. 6. 7. 8.

Staubblätter fehlten ganz, an der Stelle des Pistills befand sich ein oben offener, 3lappiger Becher, welcher 3 kleine Becher umschloss[1].

Merkwürdig ist es, wie äusserst selten bei den *Compositen* ächte Füllungen vorkommen; ja, es giebt wohl kaum eine einzige sichere Beobachtung dafür[2]. Schon das Freiwerden und Vergrünen der Kronblätter ist bei ihnen selten, nicht minder das Freiwerden der *stamina*, wie es Schlechtendal, Wigand u. A. angeben und das Fehlschlagen derselben. Moquin-Tandon[3] gibt dafür ein schönes Beispiel, welches wir wörtlich mittheilen: »Die Köpfchen der *Artemisien* aus der Abtheilung *Abrotanum* bestehen aus fruchtbaren Zwitterblüthen mit glockigem fünfzähnigem Saum, die von einer kleinen Zahl weiblicher und gleichfalls fruchtbarer, aber mit schlankem dreizähnigen Rohr versehener Blüthchen umringt sind. Bei einer Missbildung von *Artemisia Tournefortiana* sind nun die Zwitterblüthen durch Fehlschlagen des *Androceums* weiblich geworden und ihre Blume hat die Gestalt der Randblumen angenommen, so dass die Köpfchen ganz aus weiblichen Blüthchen mit conischem dreizähnigem Rohre bestehen. Diese Blüthchen sitzen aber nicht auf, wie bei normalem Verhalten, sondern werden über den Blüthenboden durch ein rundes krautiges Stielchen von gleicher Länge mit dem Blüthchen zusammt seinem Fruchtknoten erhoben«.

Nach Choisy berichtet Moquin-Tandon[4] über eine schwache *Peloria* bei *Linaria purpurea* mit 5spaltiger Krone, oft vergrünt, fünf Carpellblättern mit 5spaltigem Staubweg, wobei die Staubblätter völlig abortirt waren.

Bei weitem von höherem, namentlich morphologischem Interesse sind die Rückbildungen der Centralorgane der Blüthe, deren morphologische Natur ja noch immer nicht allseitig und über allen Zweifel erhaben aufgeklärt werden konnte. Während die Blattnatur des *Androceums* schon durch die Füllungen und Chloranthien meist einleuchtend demonstrirt werden kann, ist die Natur des Pistills und noch mehr der Samenknospen, die man leider noch immer mit dem albernen Namen Pflanzeneier bezeichnet findet, nur durch weit scrupulösere Untersuchungen festzustellen.

M[illegible] Schleiden ganz allgemein darauf aufmerksam [illegible] der Same mit seinen [illegible] Stengelorgan oder aus beidem zusam[illegible] jeder einzelnen Pflan-

zengruppe die morphologische Natur dieser Gebilde erst zu untersuchen habe. In dieser Untersuchung sind nun viele wichtige Schritte geschehen, namentlich neuerdings durch CRAMER, CASPARY und Andere, indessen bleibt hier immer noch sehr viel zu thun übrig.

Was die rückschreitende Metamorphose anlangt, so liegt auf der Hand, dass diese bei den Carpellblättern, sofern sie überhaupt als Blattgebilde aufzufassen sind, stattfinden kann durch Rückbildung in *stamina, petala, sepala, phylla* oder *folia*. Wir wollen an einigen Beispielen uns umsehen, was davon wirklich stattfindet.

CRAMER[1]) beschreibt bei dem Maiglöckchen eine theilweise Umbildung der Carpellblätter zu Staubblättern. Bei *Orchis Morio L.* schildert er[2]) die Rückbildung der Carpellblätter und Staubblätter in Perigonblätter, so dass die Blume bis zu fünf 3zähligen Wirteln anwächst, wobei der 3te Wirtel zwei Lippen, der normalen Lippe des 2ten Wirtels gegenüber, ausbildete. Veränderung der Drehung und (als Ursache jener) Verlängerung der Blüthenstiele sind mit solchen Abnormitäten der Orchideen-Blüthe fast immer verbunden und wiederholt beobachtet worden. Aehnliche Füllung findet man daselbst (p. 11) für *Orchis mascula L.* angegeben.

Für Veränderungen der mannigfaltigsten Art beim Pistill der *Primulaceen* findet man Literaturangaben bei CRAMER (a. a. O. p. 18. 19). Die Modificationen erstrecken sich von blossen Erweiterungen und Drehungen oder Streckungen der Carpellblätter bis zu völligen Verlaubungen oder Staubblattbildungen. Er selbst beschreibt (a. a. O. p. 24) dergleichen Streckungen, kronblattartige Rückbildungen, derengleichen kelchblattartige, in einigen Fällen sogar an der Stelle des Pistills einen Kelch, welcher eine Krone, Staubblätter und einen centralen, normalen Stempel umschloss. Auch bei *Pr. chinensis* werden[3]) die Formänderungen nachgewiesen, welche im Wesentlichen in der Verkürzung des Staubweges, Streckung des Fruchtknotens und Vergrünung bestehen. Für *Primula praenitens Ker.* (*Pr. chinensis Hort.*) ist die Streckung und Formänderung des Fruchtknotens schon sehr richtig und klar von FRESENIUS (Pflanzenmissbildungen p. 38. 39 Fig. 7. 8) dargestellt worden, ebenso früher von SCHLECHTENDAL und BROGNIART.

Für die *Umbelliferen* findet man bei CRAMER Literaturangaben[4]) über Umwandlung des Pistills, namentlich der Staubwege, nebst einigen

1) Bildungsabw. p. 7.

2) Das. p. 10. Beispiele für die Umwandlung in Staubbl. findet man auch bei MOQUIN-TANDON a. a. O. p. 206 ff.

3) A. a. O. p. 34 ff.

4) Das. p. 65. 66.

eigenen Bemerkungen über *Thysselinum*, wo bisweilen der Fruchtknoten »unvollkommen 2 fächerig und der Länge nach aufgeschlitzt« und 2—4 griffelig erschien, die Griffel bisweilen in rinnige, die Scheidewand bildende (?) Blättchen umgewandelt waren. Interessanter noch sind seine Angaben und durch Zeichnungen erläuterte Demonstrationen bei *Daucus carota L.* Die Staubwege sind hier oft bei gänzlichem Verschwinden des Fruchtknotens in rinnenförmige oder zungenförmige, bisweilen gezähnte Blätter umgewandelt.



Fig. 24. Degenerirte Blüthe von *Brassica napus L. α oleifera K.* Nach FLEISCHER. Kelch und Krone sind vergrünt, Staubbl. schon zum Theil abgefallen; der Griffel fehlt ganz; der sehr verkürzte Fruchtknoten steht auf langem Stempelträger (c).

Seltener zeigte der ganze, nun oberständige Stempel sich in 2 Blätter aufgelöst, an deren Rändern die rudimentären Samenknospen befestigt waren. Die Blüthen waren durchwachsen, so dass 2 oder 3 Blüthen auf langen Stielen aus einander hervorbrachen.

Abnormitäten im Längenverhältniss zwischen Fruchtknoten und Staubweg, besonders Verlängerung des Staubwegs und Fehlschlagen oder Auswachsen der Samenknospen beschrieb FLEISCHER[1]) an der Rapspflanze. Der Fruchtknoten war oft lang gestielt, blattartig, mit Rudimenten von Samenknospen von stielartiger Beschaffenheit, an denen nur selten die Samenknospe in Form eines Knötchens, einmal in Form eines oben geöffneten Cylinders angedeutet war. Einmal bestand das Pistill aus einem offenen, gestielten Fruchtblatt mit einigen Samenträgern am Rande, mit »stacheligen Röhrenzellen« besetzt[2]). Der andere Rand trug 3 krautige Zähne wie das Vegetationsblatt, welche dem vergrünten Kelch stets fehlten.

Sehr beachtenswerth ist FLEISCHER's mehrfache Angabe, dass die Honigdrüsen bei der Metamorphose völlig verschwanden.

Die vergrünten Theile überdecken hier die Blüthe und wachsen zum Theil bedeutend aus, wie die Figur 24 zeigt. Oft fand er bei stark verlängerten Griffeln die Früchte sichelförmig gekrümmt. Die oft runzeligen, blasig aufgetrie-

1) Missbildungen p. 5.

2) Dieses Vorkommniss hätte nothwendig einer mikroskopischen Analyse und Abbildung bedurft. Auch die Becherform, welche 2 nur oben freie, scheidewandlose und unfruchtbare, stumpfe Carpellblätter mit einander bildeten, hätte eine Abbildung verdient

benen Früchte sind nicht selten durchlöchert (*f* Fig. 24) und der Verfasser lässt diese Löcher durch Druck von innen entstehen. Statt der Samenknospen fand derselbe meist kleine Blätter, grün und gestielt. Ueberhaupt zeigt das Innere der vergrünten Kapsel bald an den Scheidewandrändern und Klappenrändern, bald am Grunde der Schoten Neubildungen, welche bald aus kleinen Blättern, bald aus beblätterten Blüthenzweigen bestanden. Manche der den Samenknospen entsprechenden Blätter geben ein treues Miniaturbild der Vegetationsblätter der Rapspflanze, andere dagegen waren einfacher. Einige Blättchen in einer sehr aufgetriebenen Kapsel zeigten am Ende Griffelgestalt [1]).

Bei *Carum carvi L.* fand FLEISCHER [2]) Blüthen, deren Fruchtknoten abortirt war, »obschon! innerhalb der Blume, bei Vorhandensein normaler Staubgefässe ähnliche missgestaltete Stempelpolster und Blattauswüchse sich finden, wie in mit einem deutlichen Fruchtknoten versehenen Blüthen«. Wir haben schon gesehen, wie CRAMER, und gewiss völlig richtig, diese Bildungen durch vorgerückte Vergrünung erklärt hat; FLEISCHER meint aber, man müsse »diese Blüthen als männliche ansprechen, gegen welche Annahme nicht wohl Einwendungen gemacht werden können«. Diese nach ihm also männlichen Blüthen zeigten statt der Griffel linealische Blätter, oft borstenförmig. Selten zeigte ein solches Blättchen Gabelung, einmal eine 4fache Theilung und zwar in diesem Fall einem Vegetationsblatt ähnlich. Dem Blüthengrunde entspriessen zwischen den veränderten Griffeln meist 2 — 3 tief gespaltene Laubblätter. »Mit ihnen« erscheint ein entweder mit unentwickelten Blüthenknospen besetztes oder ein Blüthendöldchen tragendes Stielchen [3]).

Auch FLEISCHER's Antholyse von *Trifolium hybridum L.* ist in Bezug auf Fruchtknoten und Samenknospen ebenso unvollständig als ungenau. Wir entnehmen ihr nur Folgendes. Der vergrünte Fruchtknoten wird kahnförmig oder flach. Unter diesem kahnförmigen oder flachen Blättchen stehen oft mehre (1—4), welche den Blättchen des gedreiten Kleeblattes völlig gleichen. FLEISCHER hält diese für umgewandelte Samenknospen [4]). Schlagen die Samenknospen ganz fehl, so nimmt der Fruchtknoten die Gestalt eines mit aufgesetzter Spitze versehenen Endblättchens oder gar die eines dreifingerigen Blattes an [5]).

---

1) Ich gehe über diese Mittheilung flüchtig hinweg, weil die Gegenstände derselben nicht genau genug analysirt worden sind, um eine sichere Erklärung und Deutung zuzulassen.

2) A. a. O. p. 31.

3) Die Stellung dieses Blüthenträgers ist wieder ganz unbestimmt gelassen.

4) Seine Polemik gegen die Ansicht von UNGER ist sehr richtig begründet.

5) FLEISCHER's Antholyse von *Poterium* (a. a. O. p. 84. 85) übergehen wir, weil sie zu flüchtig dargestellt ist, um eine Deutung zu erlauben.

Glücklicherweise besitzen wir für *Trifolium repens L.* eine musterhafte Antholyse, vielleicht das Beste, was bisher auf diesem Felde geleistet wurde, so dass wir uns eine kurze Besprechung derselben hier nicht versagen können. Diese verdanken wir R. CASPARY [1]). Wir haben bereits früher gesehen (vergl. Fig. 21), dass der Kelch bei CASPARY's Exemplaren sich oft blattartig auflöste, dass er der Anlage nach aus 5 dreifingerigen Blättern besteht, die aber selten zur völligen Ausbildung gelangen. Je mehr sich diese Kelchblätter entwickeln, desto kleiner bleibt der Fruchtknoten; vergrünen dagegen die Kelchzähne nur unbedeutend, so ist die Vergrünung und Vergrösserung des Carpellblattes um so auffallender.



Fig 25.

So zeigt es die nebenstehende Figur 25. Man erblickt den Fruchtknoten geöffnet, von den fünf lanzettlichen Kelchblättern gestützt, kurz gestielt. Längs des geöffneten Samenträgers sieht man mehre Samenknospen (*a*—*f*), gewöhnlich auf jeder Seite 3, mehr oder weniger blattförmig rückgebildet. Bisweilen war das Carpellblatt mit ganz ebener Spreite mit applicativer Knospenlage versehen, »an deren Basis nur nach rechts und links Samenknospen sassen, die theilweise ganz in umgekehrt herzförmige, beträchtlich grosse Blättchen verwandelt waren, oder es fehlten auch die Samenknospen gänzlich«. Nicht selten war der Fruchtknoten zu einem vollständigen 3fingerigen Laubblatt ausgebildet, eine Knospe umschliessend, welche ein gestieltes Blüthenköpfchen oder einen Laubzweig entwickelte. Die halb umgewendete Samenknospe geht dabei anfänglich mehr und mehr in die aufrechte Stellung über. In etwas späterem Stadium stellt die Samenknospe ein kleines plattes gerades oder gekrümmtes Körperchen (*e f* Fig. 25, Fig. 26) vor. Das äussere Integument (*e f* Fig. 26) ist chlorophyllhaltig, dick und umgiebt glockenförmig das innere, dünnere (*i* Fig. 26), durch ein »*Internodium*« von ihm getrennte, chlorophyllfreie. Der Kern *k* ist ebenfalls frei von Chlorophyll und enthält keinen Keimsack. In höherem Stadium der Rückbildung wird das mantelförmige, äussere Integument immer blattartiger, flacher, mit starkem Gefässbündelnetz versehen, welches aus dem Gefässbündel *g* Fig. 26 des Knospenträgers sich abzweigt. Dieses Blatt zwei…

1) ROBERT CASPARY, Vergrünungen der Bluthe des weissen Klees.

sich in der Ebene der Abplattung oben in zwei Spitzen aus, während das innere Integument immer mehr verschwindet. Oft entwickelt dieses Blatt sich schon früh schief, so dass der Knospenkern nach aussen

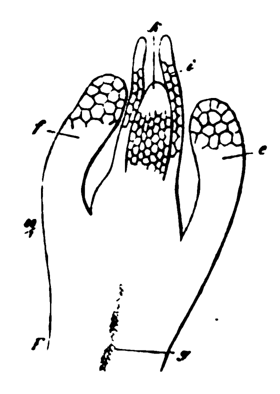


Fig. 26. Metamorphosirte Samenknospe v. *Trifolium repens L.* nach CASPARY (wie auf Fig. 25), im Längsschnitt. *k* Knospenkern, *i* inneres, *e* äusseres Integument, *F* Knospenträger.



Fig. 27. Stärker metamorphosirte Samenknospe von *Trif. rep.* n. CASP. *k* Knospenkern, *b* Gefässbündel, welche in den schon mehrfach ausgebildeten Zähnen endigen.

gedrängt wird, wie es *k* Fig. 27 zeigt. Nun bilden sich auch mehre Zähne aus. Zuletzt verschwindet der Kern ganz, das Blatt bildet sich nicht mehr gamomer, sondern flach aus in Form eines vegetativen Blättchens des dreifingerigen Kleeblattes. Im höheren Stadium der Vergrünung rücken die blattartigen Samenknospen immer tiefer nach der Basis der Carpellblattspreite herab. Ihre Zahl nimmt ab und zuletzt stehen sie oft unter der Carpellblattspreite wie die beiden Seitenblättchen eines gedreiten Blattes.

CASPARY zieht nun aus seiner ganzen Analyse den naheliegenden Schluss, dass die Samenknospen die Seitenblättchen eines gefiederten Carpellblattes seien, dessen Richtigkeit wir jedoch aus diesen Vorlagen nur soweit zulassen können, dass die Samenknospen sich an der Stelle der Seitenblättchen befinden, dass aber ihre Identität, ihre metamorphotische Gleichwerthigkeit mit diesen durchaus unerwiesen ist[1]. Das Carpellblatt der *Papilionaceen* ist aus einem gefiederten Laubblatt entstanden, darüber lässt diese, durch andere bestätigte Antholyse keinen Zweifel übrig; damit ist aber keineswegs bewiesen, dass die Samenknospen keine Knospen sondern Blätter seien.

1) Nicht CASPARY zieht diese falschen Consequenzen, sondern Andere, die den ganzen Vorgang missverstanden haben; daher ist diese Abwehr nothwendig.

CASPARY weist hier durch die Anheftungsweise nach, dass die Samenknospen nicht Anhänge des Fruchtblattrandes, sondern Erzeugnisse der Innenfläche der Spreite sind, der sie in der Nähe des Randes sich anheften. Wir müssen uns versagen, hier genauer auf die Polemik CASPARY's gegen die früher herrschenden Ansichten über die Natur des Carpells, der Samenknospen und der Samenträger und Integumente derselben einzugehen. Seine Deutung dieser Theile stützt sich ausser dem schon angeführten besonders auf die Nervatur, welche er sehr glücklich und scharfsinnig benutzt hat. So gelangt er zu dem Resultat: »Der *funiculus* mit den Integumenten erscheint bei *Trifolium repens* als das morphologische Aequivalent eines Fiederblättchens, dessen Stiel oder Mittelrippe im unteren Theil des *funiculus*, dessen glocken- oder kegelförmige Ausstülpungen des oberen Theils die Integumente sind. Der Kern erscheint als der neue Spross, der diesen Fiederblättchen aufsitzt.

Gegen diese Zusammenfassung lässt sich im Ganzen wenig einwenden. Der einzige schwache Punct ist die Deutung des zweiten Integuments, für welches die Ansicht, es sei eine Bildung, die der Basis des Kerns angehöre, mindestens ebenso viel Wahrscheinlichkeit hat. Zwei Thatsachen sind hier die wichtigsten: Die Blattnatur des Carpells und die Knospennatur des Kerns. Als Knospe (Sprossung ist nichts weiter als eine auswachsende Knospe) erscheint die Samenknospe selbst dann, wenn sich wirklich das innere Integument als eine Faltung des Trägers und seines Blattes (des äusseren Integuments) herausstellen sollte, denn blattlose Knospen sind ja auch sonst (dichte Zwiebel) im Pflanzenreich nichts Unerhörtes.

Vergleichen wir mit dieser vortrefflichen Arbeit zunächst CRAMER's Antholysen. Dieser zeigt[1], dass das Carpellblatt bei *Convallaria* ein Blattgebilde sei, denn es entwickelt bisweilen Pollen. Bei *Primula chinensis hort.* fand derselbe Axillarknospen nicht nur vor den Kelchlappen, sondern oft auch vor den Carpellblättern und selbst bei noch geschlossenem Fruchtknoten. Bei einzelnen nach innen gerollten Carpellblättern fand er an deren geschwollenem Rand Samenknospen oder doch von solchen nicht unterscheidbare Gebilde[2]. Dabei stand im Centrum des Fruchtknotens ein normales, mit Samenknospen bedecktes Mittelsäulchen. Die Umwandlung des Mittelsäulchens bestand in einer Streckung und Verdünnung desselben sowie in einer Verlaubung der Samenknospen, welche darin bestand, dass an deren Stelle Blättchen traten. Die Umwandlung der »Eier« in solche Blättchen zeigt nach ihm folgende Stadien: Streckung des Knospenträgers, Verkleinerung des äusseren Integuments

---

1) Bildungsabw. p. 7.

2) »Eier,« wie CRAMER sagt.

bis zum Verschwinden, Verkümmern und gänzliches Verschwinden des Knospenkerns, ungleiche Ausbildung des inneren Integuments, wodurch dasselbe zu einer gespaltenen Röhre, im höchsten Stadium zu einem gestielten Laubblatt wird. Bisweilen schloss bei völligem Schwinden des äusseren Integuments das noch röhrenförmig gestaltete innere einen Kern ein.

Diese Analyse der »Eier« und Samenträger zeigt also eine ganz ähnliche Umbildung des Integuments in ein Blatt wie bei *Trifolium*, nur dass dort das innere Integument die Rolle spielt wie bei *Trifolium* das äussere, dort verschwindende. Diese Beobachtung spricht für CASPARY's Deutung der inneren Hülle als Einrollung des umgestülpten Samenblattes.

Die Deutung der Samenknospe, welche CRAMER aus seinen Beobachtungen an Primula zieht, folgt aber nicht im Geringsten daraus. Er nennt nämlich die Blätter, welche an der Stelle von »Eiern« stehen die Aequivalente derselben und läugnet geradezu die Knospennatur der Samenknospe. Im Grunde ist das freilich ein leerer Wortstreit, da er den Kern als besonderes Gebilde doch selbst aus der umgebildeten Blüthe nicht hinwegdemonstriren oder auf die nämliche Bildungsursache zurückführen kann wie das Integument [1]. Der Kern ist vielmehr nach seiner Darstellung der Thatsachen eine aus der inneren Fläche des inneren Integumentes hervorspriessende Knospe.

Für *Senecio vulgaris L.* zeigt CRAMER [2]), dass die Samenknospe als Blatt am Ende der Blüthenachse steht, aus deren innerem Rand am umgestülpten und eingerollten Theil der Knospenkern hervorbricht. Das Blatt ist also Knospenträger und einfaches Integument, der Kern ist hier wie in den übrigen Fällen eine Stengelknospe des Integumentalblattes. An der Oeffnung, also an der inneren Fläche des metamorphosirten Samenblattes, befindet sich häufig ein Knöspchen, welches CRAMER mit den durchwachsenden Blüthen- und Laubzweigen identificirt, welche Andere beobachtet haben.

Aehnliche Resultate scheinen CRAMER's Antholysen von *Umbelliferen* zu geben, doch sind sie weit weniger sorgfältig durchgeführt [3]. In der Nähe der Basis löffelförmig umgebildeter Griffel fanden sich 2 randständige, oft blattförmig entwickelte, aufwärts gerichtete Samenknospen, deren kleine innere Protuberanz er für die Kerne hält. Darnach müssten die Umbelliferen-Früchte der Anlage nach viersamig sein. Die Carpelle bestehen nach ihm aus zwei Blättern, nicht aus dem hohl gewordenen

---

1) Bezüglich des Thatbestandes bei Trifolium ist CRAMER, wie er selbst zugiebt, mit CASPARI ganz einverstanden.

2) A. a. O. p. 59 ff.

3) A. a. O. p. 69 ff.

Blüthenstengel. CRAMER meint, es besitze höchstens die äussere Hälfte der Fruchtknotenwand Stengelnatur »wenn man nicht geradezu annehmen will, es verdanke der unterständige Fruchtknoten der Umbelliferen seine Entstehung einer gemeinsamen Hebung aller 4 Blattkreise der Blüthe. Ich weiss nicht, was CRAMER sich bei dem Ausdruck »gemeinsame Hebung denkt, mir scheint aber die Sache sehr einfach zu sein, nämlich eine gamomere Vereinigung der 4 Blattwirtel darzustellen, wie sie ja zwischen 2 oder 3 Wirteln etwas ganz Gewöhnliches ist. Da sich bei vielen Familien das Androceum mehr oder weniger hoch mit der Krone oder mit Kelch und Krone vereint, warum sollte nicht auch der Carpellblattkreis in diese Vereinigung hineingezogen werden können? Warum sollte der Blattrand, der sich in unzähligen Modificationen von rechts nach links spaltet, sich nicht auch in der Richtung senkrecht dagegen, nämlich in Bezug auf das Blatt von unten nach oben, in Bezug auf die Blume von innen nach aussen, spalten können? Und geben nicht z. B. die Doppelkelche vieler Rosaceen sichere Belege für die Richtigkeit dieser Ansicht?«

Auch im Fruchtknoten von *Daucus carota L.* fand CRAMER[1] am Rande jedes Carpellblattes zwei Samenknospen, auf jeder Seite eine. Er fand daselbst häufig das Integument ganz abortirt, so dass der Knospenträger einen blossen mit Embryosack versehenen Kern trug[2].

CRAMER's Untersuchungen am Fruchtknoten der Ranunculaceen wollen wir dem Leser zu studiren überlassen, da sie im Wesentlichen nur eine Bestätigung der oben mitgetheilten Resultate sind.

Nach dem Vorstehenden dürfen wir also mit BROGNIART die Integumente als ein Blattorgan ansehen, auf deren innerer Seite der Knospenkern als Neubildung, d. h. als Knospe hervorgeht. Der Knospenträger ist also ein Blattstiel und keine Achse[3].

Wir müssen es uns natürlich versagen, hier auf die ältere Literatur über diesen Gegenstand näher einzugehen, da sie nicht fruchtbringend sein kann; wir verweisen daher den Leser, der sich näher zu unterrichten wünscht, auf MOQUIN-TANDON[4].

Wir schliessen hier die Metamorphose ab mit dem Resultat, dass alle Wirtel und Wendel der Blüthe aus Blattanlagen hervorgehen, selbst das Pistill, soweit es bis jetzt verfolgt werden konnte und der Knospenträger mit dem Integument.

---

1 A. a. O. p. 71 ff.

2 Es liegt darin der beste Beweis, dass der Kern das Wesentliche und dass er von der Bildung des Integumentes sogar unabhängig, also kein blosses Blatt ist.

3 Die Geschichte der Metamorphose des Eikerns findet man bei CRAMER gut zusammengestellt.

4 Tératologie p. 180 ff.

Vorschreitende Metamorphose.

Die hierher gehörigen Erscheinungen sind einestheils weit seltener, anderentheils sind sie seltener beachtet worden als die Rückbildungen. Am häufigsten ist die Umwandlung der Kronblätter in Staubblätter.

CRAMER[1]) erwähnt für *Daucus carota L.*, dass er einmal ein einzelnes Kronblatt als Staubblatt ausgebildet fand, HIS fand nach R. BROWN eine *Ophrys* mit in Staubblätter verwandelten Perigonblättern, A. DE CANDOLLE eine *Maxillaria Deppei* mit 3 Staubblättern, wogegen die 2 inneren, der Lippe gegenüberstehenden, Perigonblätter fehlten[2]). Aehnliches beobachtete WYDLER.

FLEISCHER[3]) fand einmal bei *Carum* an der Stelle eines Kelchblattes ein normales Kronenblatt.

Auch die Umbildung der Staubblätter in Carpellblätter kommt vor, natürlich nur dann, wenn beide morphologisch gleichwerthig sind. Bei den Coniferen ist das nicht der Fall.

CRAMER[4]) beschreibt androgyne Zapfen von *Larix microcarpa Poir.*, an deren Basis normale Deckschuppen standen; auf diese folgten grüne Nadeln, zahlreiche Staubblätter, welche nach oben in anfangs unfruchtbare und oft noch rückseits mit Pollensäcken versehene Deckblätter übergingen. Am oberen Ende der Zäpfchen stützten diese Deckblätter normale Carpelle.

Die Umwandlungen der Blattdorne in Blätter, wie sie z. B. bei *Berberis* vorkommen, sind gute Fingerzeige für die Blattnatur dieser Dornen.

WIEGMANN fand die Blüthe einer *Avena* mit Antheren an den Grannen der Spelzen[5]). In den getrenntgeschlechtigen Blüthen ist bekanntlich die Vertretung der männlichen Organe durch weibliche etwas ganz Gewöhnliches, namentlich bei echter Geschlechtstrennung, so bei den Cariceen und Salicineen[6]).

An der Stelle der Perigonblätter wurden Carpellblätter von STEINHEIL bei *Tulipa Gesneriana L.* gefunden. Aehnliches fand GAY bei *Crocus*. Pistille an der Stelle von Staubblättern fand DU PETIT THOUARS bei *Sempervivum*, ebenso SCHMIDEL.

---

1) Bildungsabw. p. 72. Taf. VIII Fig. 12 *a*.

2) Leider sieht man aus den Angaben über Füllungen der Orchideen, so z. B. MOQUIN-TANDON (a. a. O. p. 198) und Dr. MASTER im *Journal of Botany* II. p. 176 ff. nicht, worauf eigentlich die Füllung beruhe. Die Angaben von HILDEBRAND über die Fünfzahl bei *Cymbidium* scheinen auf eine Doppelblüthe zu deuten.

3) Missbildungen p. 32.

4) Bildungsabw. p. 4. Dasselbe war aber schon von SCHLEIDEN und MOHL bei *Abies alba* beobachtet und beschrieben worden.

5) MOQUIN-TANDON, Tératologie p. 206. Not. v. SCHAUER.

6) Ebenso bei Gräsern mit eingeschlechtigen Blüthen, so z. B. beim Mais.

Am sogenannten Feigen-Apfel stehen an der Stelle sämmtlicher Staubblätter Pistille. So fand es auch DE CANDOLLE bei einer *Magnolia fuscata*. DUNAL und CAMPDERA fanden *Rumex crispus* mit 7 Fruchtknoten versehen auf Kosten der Staubblätter.

SCHAUER führt eine merkwürdige Umwandlung der Staubblätter der Orange in Pistille an, wobei jene sich mit der eigentlichen Frucht mehr oder weniger verbinden.

Häufig ist *Capsella bursa pastoris Moench* statt mit 6 Staubblättern (3×2) und mit 2×2 Kronblättern mit 10, d. h. 5×2 Staubblättern und dabei ohne Kronblätter gefunden worden, ein in der Jenaischen Flora nicht seltenes Vorkommen. Die Formel für *Capsella* ist normaliter, wie bei allen Cruciferen: 2×2, 2×2, 3×2 2, ∞
(Kelch) (Krone) Andr. Carp. Same; und nach der Umänderung: 2×2, 5×2, 2, ∞
Kelch, Androc. Carp. Same.

Eine reiche Literaturangabe über diesen Gegenstand findet man bei MOQUIN-TANDON, namentlich auf p. 210 ff., worauf wir hiermit verweisen.

Folgende für die Morphologie des Blattes interessanten Beispiele mögen hier noch Erwähnung finden.

Bei der Rosskastanie fanden wir in der Flora Jenensis mehrfach einzelne der winterlichen Knospenschuppen zu kleinen aber in Gestalt und Zusammensetzung genau den gewöhnlichen Vegetationsblättern ähnlichen Blättern umgewandelt. Auf Tafel I, Fig. 15 findet man ein derartiges Beispiel abgebildet. Das Deckblatt ist an der Basis verhältnissmässig schmal, wie man im Vergleich mit Figur 16, welche ein ohngefähr auf gleicher Höhe stehendes, normales Deckblatt wahrnimmt. Das Blatt ist am Ende des schmalen *petiolus* mit drei kleinen, deutlich abgegliederten Blättchen versehen. Es ist ein derartiges Beispiel höchst lehrreich für die Blattmetamorphose, denn es zeigt so deutlich wie möglich, dass die Deckblätter Niederblätter sind, der Nebenblattbildung, hier der stengelumfassenden Blattstielbasis, entsprechend.

Metamorphose ganzer Pflanzentheile, Sprossungen oder Proliferationen (*Ecblastesis*), Durchwachsungen (*Diaphysis*) und vollständige Antholyse.

Hierher gehört zunächst das sogenannte Durchwachsen, wie man es an Rosen[1], an Aepfeln und anderen Früchten, an vielen Blüthen der

---

1) Ein nicht ganz gewöhnliches Vorkommen beschreibt FRESENIUS (a. a. O. p. 1.. an der *Rosa centifolia L.* Der Kelch hat sich in 5 gestielte, gefiederte Blätter aufgelost; die Staubblätter in Kronblätter, statt der Pistille verliert die verlängerte Achse

Gewächshäuser, so z. B. an *Rhododendron* und *Azalea*, ferner regelmässig an der Krone der Ananas u. s. w. beobachten kann.

Wir wollen aber zum Verständniss dieses verwickelteren Processes zuerst die einfachen vegetativen Sprossbildungen aus den Blattachseln in's Auge fassen.

Diese sind sehr häufig. FLEISCHER fand, um nur einige Beispiele zu erwähnen, in den Blattachseln an der Basis des Kopfes der Weberkarde statt einzelner Blüthen proliferirte Zweige mit je einem Kopf am Ende. Ganz gewöhnlich ist die Erscheinung bei vielen Gräsern, sowohl als eigentliche Proliferation wie als Durchwachsung. Die Proliferation (*Ecblastesis*) aus der Achsel eines überzähligen Kelchblattes vom Mohn[1]) haben wir schon erwähnt. Derselbe Gewährsmann beschreibt Proliferationen aus der Achsel der Hüllblätter von *Scabiosa columbaria*, Blüthenstiele von mehren Zellen Länge, in normale Blüthenköpfe endigend[2]). In einem Fall waren dieselben mit Durchwachsung des Köpfchens verbunden. Der endständige Köpfchenstiel zeigte ein normales Köpfchen, die beiden darunter befindlichen opponirten Seitenäste dagegen eine vergrösserte Hülle fiederspaltiger Blätter, welche nach innen sich in sehr schmale gleichfalls fiederspaltige (Spreu-) Blätter ohne Blüthen fortsetzen, aus deren Mitte sich die Achse erhebt, um am Ende eines $^1/_2$—1 zölligen Internodiums ein ebenso metamorphosirtes Köpfchen zu tragen.

Aus der Achsel eines etwas verschobenen Kelchblattes von *Campanula patula L.* sah derselbe eine zweite, tetramerische, Blüthe hervorgehen, ebenso eine kleine sonst normale Blüthe aus der Achsel eines Perigonblattes von *Veratrum nigrum L.*

Ebenfalls hierher gehörig und sehr beachtenswerth ist das bei *Coreopsis ferulaefolia* von demselben beobachtete Rückbilden der Spreublätter in lineal-lanzettliche Blätter. Zuweilen sah er aus solchen blüthenlosen Köpfchen auf mehr oder weniger entwickelten Stielen zahlreiche kleinere Köpfe hervorspriessen, dem Ganzen das Ansehen einer zusammengesetzten Dolde verleihend.

FLEISCHER[3]) beschreibt Proliferationen beim Raps, »zur Seite des degenerirten Fruchtknotens entspringend,« ohne die Blätter anzugeben, aus deren Achseln sie entsprungen. Die Proliferation bestand in einer Blüthe, einmal in 4 von einem Stiel ausgehenden Blüthen. Auch mehre andere Angaben, die er über Proliferationen in der Rapsblüthe und sogar

---

sich in einen anfänglich mit Kronblättern, oben mit Laub besetzten Trieb. Aus der Kelchröhre sah FRESENIUS in einem Fall reiche Beblätterung und mehre secundäre Kelche hervorbrechen.

1 FRESENIUS, Pflanzenmissbildungen p. 40.

2 Das. p. 41. 42.

3) Missbildungen p. 7—22. Taf. I. II.

in der vergrünten Rapsfrucht macht, würden ein hohes Interesse haben, wären sie genauer analysirt und klarer dargestellt worden. [1]) Sehr häufig sind Proliferationen aus dem Aehrchen, ja selbst aus der Blüthe des Grases. So beschreibt LÜERSSEN eine *Glyceria spectabilis* in der Oestr. Bot. Zeitschr. 1865. Nr. 3.

Die Durchwachsungen oder Diaphysen sind eine von den Sprossungen oder Proliferationen nicht unwesentlich verschiedene Erscheinung, denn diese entstehen durch Ausbildung von Axillarknospen in den Achseln von Blättern, denen sie gewöhnlich fehlen, jene aber durch Ausbildung eines gewöhnlich durch eine Blüthe abgeschlossenen Achsenendes zur Terminalknospe. Natürlich können Diaphysen an allen Blüthen und Blüthenständen vorkommen. Der Zapfen der Coniferen, welcher einen Blüthenstand repräsentirt, durchwächst sehr häufig [2]).

CRAMER beschreibt ferner unter dem Namen von Sprossungen sehr schöne Durchwachsungen der Blüthen von *Daucus carota L.*, wo Blüthen, ja ganze Dolden oder Laubtriebe aus dem Blüthencentrum hervorbrachen, oft sogar mehre Blüthen aus einander hervorgingen [3]).

Bei *Geum* ist häufig Durchwachsung beobachtet worden. Herr LUERSSEN zeigte mir eine dergleichen bei *Geum rivale L.* (Vgl. FRESENIUS a. a. O. p. 41). Nicht minder häufig sind Durchwachsungen und Sprossungen bei *Papilionaceen* [4]). Vgl. Oestr. Bot. Zeitschr. 1865. Nr. 1! Am meisten besprochen sind die Diaphysen der Rosen und Aepfel, wo bei der Rose oft eine zweite, ja aus dieser noch eine dritte, aus dem Apfel abermals ein Apfel hervorwächst [5]).

FRESENIUS führt Blüthen der Pfirsich an, ferner *Anemone ranunculoides L.* und *Lychnis vespertina L.*

Es mag hier am Platz sein, eine vollkommene Antholyse bei *Verbascum nigrum L.* mitzutheilen, soweit ich dieselbe im vorigen Sommer, überhäuft mit anderen Arbeiten, habe untersuchen und zeichnen können. Dieselbe fand ich auf gut gedüngtem, kalkreichen Boden im Jenaischen Botanischen Garten, wobei ich bemerken muss, dass diese Pflanze sich in der

1) Derselbe hat auch Bildungen von Blüthenknospen und Laubknospen an der Basis vergrünter Carpelle von *Trifolium repens L.* und *Tr. hybridum* beschrieben. Vgl. a. a. O. p. 63—81. Taf. VI. VII, ebenso Sprossungen aus der Blüthe von *Potent.* Das. p. 85. 86.

2) Vgl. u. a. CRAMER, Bildungsabw. p. 4. Wir halten es für überflüssig, alle früheren Literaturangaben zu benutzen, da sie meist ohne jede gründliche Analyse mitgetheilt worden sind, verweisen aber noch auf MOQUIN-TANDON p. 218 ff.

3) Derselbe beschreibt auch echte Sprossungen aus der Achsel von Carpellblättern und Kelchblättern.

4) S. CRAMER, Bildungsabw. p. 105.

5) Vgl. FRESENIUS, Pflanzenmissb. p. 41.

Jenaischen Flora niemals auf Kalkboden einfindet, wo sie durch *Verbascum lychnitis L.* vertreten wird, sondern nur in der Sandregion vorkommt.

Fig. 28 zeigt zunächst die geöffnete Blüthe einer sehr reichen und ästigen Rispe an welcher alle Blüthen ohne Ausnahme völlig vergrünt und fast immer mehr oder weniger durchwachsen waren. Der Kelch (*s* Fig. 28) war fünfzählig, tief getheilt, ja meist ganz frei und sehr schmalblättrig, die Krone fünftheilig, an der Basis verbunden, mehr oder weniger trichterförmig Fig. 29), stark vergrünt und mit deutlichem Gefässbündelnetz versehen. Staubblätter waren nur zwei, in anderen Blüthen alle fünf ausgebildet, diese (*st* Fig. 28 sehr kurz gestielt.



Fig. 28.

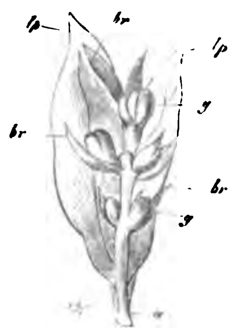
Figur 29 zeigt eine andere Blüthe von der Seite. Man unterscheidet leicht die fünf fast getrennten Kelchblätter (*s*) und die trichterförmig vereinten, aber tief grünen und stark genervten Kronblätter (*p*).

Leicht konnte ich bemerken, dass in den meisten Blüthen eine Durchwachsung stattgefunden hatte, von welcher zwar äusserlich nicht das mindeste zu sehen war, welche aber beim Aufschlitzen des in eine zweilappige, oben trichterig erweiterte, Röhre umgewandelten Fruchtknotens sofort hervortrat.



Fig. 29.

Figur 30 zeigt einen solchen aufgeschlitzten Fruchtknoten mit seinen beiden Lappen (*lp*). Aus dem Centrum desselben bricht als unmittelbare


Fig. 30.

Fortsetzung des Blüthenstiels eine Achse hervor (*a* Fig. 30), welche nach oben mehre Knospen trägt (*g* Fig. 30), jede derselben von einem kleinen Deckblatt gestützt. Es liegt hier sehr nahe, die knospentragende Achsenverlängerung mit dem Mittelsäulchen, welches die Samenknospen trägt, zu identificiren.

Alle diese Theile, wie sie auch metamorphosirt sein mochten, besonders die aufgelösten Carpellblätter, aber auch die centralen Blattorgane waren dicht besetzt mit kurzen Drüsenhaaren, deren Köpfe mehrzellig waren und mit langen, gestielten Sternhaaren oder vielzelligen baumartig verzweigten Haaren.

Der oben in Figg. 28—30 ausgeführte Fall zeigt das Carpellblatt in zwei noch röhrig vereinigte Laubblätter aufgelöst. In nicht minder häufigen Fällen hatte das Carpell genau die Gestalt des Kelches, es bestand aus fünf schmalen, nur an der Basis verbundenen Blättern (Fig. 31 *cp*), aus deren Mitte ein vielknospiges Organ hervorragte, welches schon bei Lupenvergrösserung einzelne schmale Blattorgane, anscheinend Deckblätter der Knospen, erkennen liess. Seltener war das Pistill in zwei bis zur Basis getrennte, ganz schmal linealische Blätter zerschlitzt, wie es Fig. 13 Taf. I zur Anschauung bringt. Man sieht in diesem Fall den centralen Samenträger mit den Knöspchen ohne Weiteres zwischen den Blättern (*c* Fig. 13 Taf. I), welche nur oben bisweilen verbunden sind, unten gewöhnlich einen deutlichen Schlitz zeigen. Der zu dieser Form umgebildete Fruchtknoten war bisweilen von einigen (2—3) kleinen Blättern umgeben, welche innerhalb des Staubblattwirtels standen, also wohl Verkümmerungen der drei nicht in das Pistill getretenen Blätter des Carpellwirtels waren.


Fig. 31.

In allen Fällen war das Mittelsäulchen von der Fruchtknotenwand frei und ragte ganz frei in die Pistillhöhle hinein. Die Samenknospen standen in kleine Gruppen zu 2—3 zusammengedrängt und es zweigten sich aus dem Gefässbündel des Mittelsäulchens kleine Gefässbündelzweige nach diesen Gruppen hin ab, ohne jedoch in die Deckblätter oder gar in die Samenknospen einzutreten (Fig. 14 Taf. I).

Jede Samenknospe, denn als solche erkennt man leicht jene knospenförmigen, dem centralen Träger gruppenweise angehefteten Organe, ist von einem Deckblättchen gestützt (Fig. 14 *b* Taf. I), welches dicht mit Drüsenhaaren und Sternhaaren besetzt ist, die der Knospe selbst ganz fehlen. Die Knospe, abgesehen vom Deckblatt, besteht aus zwei Theilen.

einem blattartigen, bald beinahe völlig flachen (*i* Fig. 12 Taf. I), bald mehr oder weniger ringförmig oder zweitheilig gamomer (*i* Fig. 14 Taf. I) sich erhebenden Theil und einem daraus hervorragenden einfachen, blattlosen Knöspchen (*n* Figg. 12. 14 Taf. I). Figur 11 Taf. I zeigt das Verhältniss dieses Knöspchens zum umfassenden Blättchen (*i*), wenn dasselbe zweitheilig gamomer ist. Figur 14 Taf. I dasselbe bei längerer Entwickelung des Blattes, welches hier fast gestielt erscheint, und Figur 12 Taf. I (*n*) dasselbe, wie es an der inneren Fläche des fast ganz flach gewordenen Blattes von demselben vorgeschoben wird. Hier, in Figur 12, ist (wie auch in 11) das Deckblatt ganz entfernt und man sieht an der Basis des die Knospe tragenden Blättchens nur zwei sehr junge benachbarte Knospenanlagen.

Die Deutung dieser Theile kann wohl nach Vorstehendem, welches sich bei einer ziemlich grossen Anzahl untersuchter Pistille in ganz analoger Weise wiederholte, nicht schwer fallen. Dass das aus dem inneren Blättchen vorragende Knöspchen der Kern der Samenknospe sei, daran wird beim Vergleich mit den von Caspary beim weissen Klee und von Cramer bei der Primel aufgefundenen Verhältnissen Niemand zweifeln. Das den Kern tragende und hervorbringende Blatt glaube ich ohne Zwang als das innere Integument und das an dessen Basis stehende, es stützende Deckblättchen als das äussere Integument auffassen zu müssen. Der allgemeine Knospenträger ist wohl hier zweifellos ein Stengelorgan und die Verzweigung des Gefässbündels sowie die Gruppirung der Knospen scheint darauf hinzudeuten, dass dieser als Fortsetzung der Blüthenachse zu betrachtende Stengel der Anlage nach verzweigt sei.

Die Samenknospen waren oft völlig sitzend (Fig. 12 Taf. I), oft kurz gestielt (Fig. 14 Taf. I). Der Carpellkreis besteht aus fünf Blättern, von denen in der Regel drei fehlschlagen und selbst bei der Chloranthie sehr häufig nicht mit beitragen zur Bildung des vergrünten, gespaltenen Pistills. Die Formel für die Blüthe bei Verbascum, vielleicht bei allen Scrophularineen, wäre also virtuell: 5, 5, 5, 5, ∞, wobei die Zahlen von links nach rechts bedeuten: Kelch, Krone, Androceum, Carpellkreis, Samenknospen.

Das Eigenthümliche der hier mitgetheilten Resultate besteht also darin, dass ich das Mittelsäulchen, welches in der Normalblüthe als zweilappiger Samenträger erscheint, als Stengelorgan und zwar als Ende der Blüthenachse aufzufassen genöthigt bin, während mehre Neuere es zum Blattorgan stempeln wollen, dass das äussere Integument zum Deckblatt wird, während das innere den Knospenkern durch Sprossung aussendet, wie es Cramer, Caspary und Andere schon gezeigt haben.

Die vorstehend mitgetheilte Antholyse ist also keine Durchwachsung im eigentlichen Sinne des Wortes, wo in der Stelle der Befruchtungs-

organe ein vegetativer Spross hervortreibt, sondern eine reine Umwandlung der sämmtlichen Blüthenwirtel. Reine Durchwachsungen sind häufig bei Gräsern beobachtet worden, besonders neigt die Gattung Poa sehr zu dieser Rückbildung. Oft ist diese Erscheinung für *Poa bulbosa L.* beschrieben worden. Ich kenne die Durchwachsung bei dieser Pflanze nur aus Exemplaren von der Berliner Flora, an welchen sie als Sprossung der Aehrchenspindel auftritt, oder eigentlich nicht einmal das, sondern nur als Verlängerung, als Auswachsen der letzten Spelzen zu Vegetationsblättern. Die Blüthen sind sämmtlich geschlechtslos. Figur 3, Taf. II. zeigt ein solches Durchgewachsenes Aehrchen. Alle Blüthenorgane sind fehlgeschlagene mit alleiniger Ausnahme der Aussenspelzen, welche gegen das Ende des Aehrchens sehr langgestreckt erscheinen. Das abgebildete Aehrchen zeigt 4 Spelzen (*a*, *b*, *c*, *d*), also die beiden Hüllspelzen und 2 Aussenspelzen, zweien fehlgeschlagenen Blüthen entsprechend. Gewöhnlich ist die Zahl der Spelzen grösser. In dem durch die Figur repräsentirten Fall ist schon die Hüllspelze *b* stark ausgewachsen und die vierte Spelze *d* stellt ein ganz normales vegetatives Blatt dar, welches an der Basis einen kleinen, gestreckten Vegetationskegel, offenbar das verlängerte Ende der Aehrchenspindel, umschliesst.

Auch *Poa annua L.* zeigt bisweilen eine sehr ausgebildete Durchwachsung, aber nur dann, wenn diese Pflanze in sehr feuchter Luft vegetirt. In der Flora Jenensis fand ich diese Form nie, dagegen häufig auf den Alpen und auf der Insel Helgoland. Wir geben in Figur 4, Taf. II das Beispiel eines Aehrchens aus einem vollständig durchwachsenen Halm von *Poa annua L.* aus den Alpen bei Appenzell, wo diese Form in den Thälern überall gemein ist, während auf den Höhen bis zur Spitze des Säntis (7700 Fuss üb. M.) die *Poa alpina L. vivipara* an die Stelle tritt. Das Aehrchen, welches der erwähnten Zeichnung zu Grunde liegt hatte nach aussen zunächst zwei ziemlich normale Hüllspelzen (*h* und *h*). Innerhalb jeder dieser Hüllspelzen befand sich eine kleine normale Blüthe mit Aussenspelze, Innenspelze, drei kleinen Staubblättern und fast völlig verkümmertem Pistill. Diese Blüthen waren so winzig, dass sie die Hüllspelzen nicht überragten. Alle übrigen Blüthen waren bis auf die Aussenspelzen und ein nur in den untersten ausgebildetes gänzlich degenerirtes Pistill (*p* Fig. 4 Taf. II.) fehlgeschlagen. Die Aussenspelzen (*a* 1, *a* 2, *a* 3 und *a* 4 Fig. 4 Taf. II.) waren an der ganzen Pflanze mehr oder weniger in gewöhnliche Vegetationsblätter umgewandelt, welche deutlich einen der ursprünglichen Spelze entsprechenden Scheidentheil mit Blatthäutchenansatz (*v* Fig. 4) erkennen liessen. Der Aussenspelze stand noch ein sehr kleines aber deutlich als Innenspelze erkennbares Blättchen gegenüber; von Staubblättern war hier so wenig etwas zu sehen wie in allen höher stehenden Blüthen, aber das Pistill war zu einem zwei-

spaltigen, hohlen, ganz leeren Röhrchen (Fig. 5, Taf. II.) ausgewachsen von so platter Beschaffenheit, dass es ohne Weiteres an ein Blatt erinnerte und, wie ich glaube, als einfaches Blatt oder als Doppelblatt aufgefasst werden muss.

Die übrigen Spelzen ($a\,2 - a\,4$) waren sämmtlich völlig leer und von einem endständigen Vegetationskegel war mit der Lupe noch nichts wahrzunehmen, es ist daher auch fraglich, ob diese angeblich viviparen Formen wirklich zur Vermehrung der Pflanze benutzt werden können. Nicht minder schöne Sprossungen dieser Art besitze ich aus demselben Canton für *Poa alpina L.* [1])

Das Durchwachsen ganzer Blüthenstände ist eine so häufige Erscheinung in unseren Gewächs- und Treibhäusern und bei manchen Pflanzen, wie z. B. bei *Ericeen* als: Rhododendron, Azalea u. a. so gemein, dass man sich nicht genug wundern kann, warum diese Erscheinungen noch nie genau, gewissenhaft und vollständig untersucht worden sind. Sie würden gerade den allerwichtigsten Aufschluss geben über die Morphologie der Achse und Knospe; man hat sich aber, wo von diesen Dingen die Rede ist, meist mit der kahlen und unfruchtbaren Angabe begnügt, dass derartige Durchwachsungen bei dieser oder jener Pflanze vorkommen.

Es gehören hierher auch die Verbindungen ganzer Pflanzenorgane in Folge ihrer gedrängten Lage in den frühesten Entwickelungszuständen, so z. B. die *Polyembryonie*. Da fast alle Pflanzen zwei Keimbläschen im Embryosack besitzen, manche, wie die Aurantiaceen, noch weit mehr, so können unter Umständen auch zwei bis viele derselben befruchtet werden. Der Same wird dadurch mehrkeimig und kommen die Keime sämmtlich zur Entwickelung, so verwachsen sie mit einander bei der Keimung, bilden also Pflanzenzwillinge, Drillinge u. s. w. [2]). Die Verbindungen der Keimlinge, wie sie SCHLEIDEN z. B. bei *Cynanchum nigrum* beobachtete, sind ebenso mannigfaltig wie z. B. die Verbindungen von Blüthen (*Synanthien*).

Die *Synophtie* oder Knospenverbindung haben wir schon bei der Verbänderung kennen gelernt. Sie kann wie wir dort schon sahen, gamomere Verbindung oder wirkliche Verwachsung sein, und die letzte sich auf einzelne Blätter beschränken.

Metamorphose der Knospen.

Wir haben schon bei der Blüthenmetamorphose gesehen, dass die der Fortpflanzung dienende Samenknospe zu einem Blatt sich rückbilden kann, welches an der Innenfläche eine kleine dichte Knospenanlage trägt.

---

1) Vgl. MOQUIN-TANDON, *Tératologie* p. 227. ff.

2) Beispiele findet man bei MOQUIN-TANDON a. a. O. p. 244 ff.

Weit häufiger sind die Umbildungen der Laub- oder Blüthenknospen zu fleischigen Knospenorganen mit kurzen, schuppigen Blättchen und sehr verkürzter, ebenfalls fleischiger Achse. Diese dienen als Nahrungsmagazine, zur Aufnahme von assimilirten Reservestoffen. Sie finden sich oft ganz normal und regelmässig, oft abnorm und seltener ein. Es gehören dahin z. B. die Brutknospen in den Achseln der Blätter der Feuerlilie (*Lilium bulbiferum* und *tigrinum*), die abnorm vorkommenden ähnlichen Zwiebelchen bei *Hemerocallis*, die Zwiebeln im Blüthenstande vieler *Allium*-Arten[1]), welche an der Stelle von Blüthen stehen und deren Umwandelungsproducte sind, die oft durch Kunst erzeugten, ebenfalls Blüthen vertretenden Zwiebeln in den Blattachseln der weissen Lilie u. s. w. Kleine Zwiebeln an der Stelle von Blüthen hat schon LINNÉ bei seinem *Polygonum viviparum* in Lappland gefunden.

Sehr allgemein ist die Knospenbildung der Blätter bekannt geworden, seit man diese früher als eine seltene und wunderbare Erscheinung angestaunte Thatsache benutzt hat, um viele Pflanzen rasch zu vermehren. Rosen, Gesneriaceen und zahlreiche andere Pflanzen kann man auf einmal in grosser Anzahl erziehen, wenn man die Blätter derselben mit der Unterseite auf feuchte Erde legt und die umgebende Luft mit Feuchtigkeit gesättigt hält. Die Knospen entspringen in den Achseln der Gefässbündelverzweigungen. Die Zwiebelgewächse bilden diese Knospen in Zwiebelform aus, wie HEDWIG zuerst an der Kaiserkrone beobachtete. Die sogenannte Wunderpflanze (*Bryophyllum calycinum*) bildet nicht nur sehr leicht Knospen an der oberen Blattseite, sondern namentlich bei günstigen Bedingungen ganz regelmässig aus den Zahnachseln der Randserratur. Ueberhaupt sind sehr viele Blätter geneigt, aus dem Rande blattartige Sprossungen oder gradezu Knospen zu bilden. Natürlich können auch Knospen und die aus ihnen hervorgehenden Organe echte Verwachsungen und gamomere Verbindungen eingehen. Für die Verwachsungen ist der Fruchtknoten mancher *Lonicera*-Arten ein gutes Beispiel, welcher, anfangs frei, zuletzt als unterständige Frucht mit der benachbarten jungen Frucht zusammenwächst. Für gamomere Vereinigung haben wir schon die Verbindung zweier Blüthen bei *Cornus mascula L.* und die so merkwürdige Bildung vegetativer und reproductiver Bandknospen kennen gelernt.

6. Verwachsungen und Vereinigungen von normaliter freien Blättern.

Wirkliche Verwachsungen von Blattorganen in abnormer Weise und an abnormer Stelle ist eine seltene Erscheinung. Was in der Literatur

---

1) Ebenso bei *Gagea arvensis* und *stenopetala*.

so aufgefasst wird, ist freilich fast niemals eine echte Verwachsung, sondern eine gamomere Bildung. Dahin gehört es z. B., wenn die Blätter durch mangelhafte Ausbildung der Internodien zu nahe auf einander rücken. In diesem Fall kann wohl eine wirkliche Verwachsung ursprünglich freier Theile eintreten durch innige Berührung der Blattränder in der Knospe, weit häufiger aber sind die Theile anfangs frei hervorgeschoben, werden aber unten durch grössere Theilnahme des Stengelumfanges am Blattwachsthum gamomer vereint, so z. B. bei den Zwillingsblättern, wie Jäger (Missb.) eins beim Salat beschrieben hat.

Die Flügelränder der Coniferen-Samen verbinden diese bisweilen zu Zwillingen, wie es Cramer[1]) für die Kiefer anführt.

De Candolle fand verbundene Blätter von *Justicia oxyphylla* und *Laurus nobilis*, Bonnet derengleichen von *Punica* und Schlotterbeck von *Syringa*[2]). Sehr häufig findet man die Fiederblättchen der *Gleditschia triacanthos* so mit einander verbunden, dass das doppelt gefiederte Blatt stellenweis zu einem einfach gefiederten oder völlig einfachen wird.

Aehnliches hat Bonnet an Nussblättern beobachtet, wo einzelne Fiederblätter vereinigt waren. Bonnet fand desgleichen zwei Bohnenblätter an der Spitze völlig vereint und offenbar wirklich verwachsen, da die Stiele frei waren. Bei *Gleditschia* und bei *Philodendron pertusum* sind häufig, ja bei der letztgenannten Pflanze immer, Spitzen und Basen der Fiedern verbunden, so dass das Blatt durchlöchert erscheint. Höchst interessant sind die von Bonnet und Jäger angeführten Verbindungen von Salatblättern, welche im ersten Fall mit den Unterseiten, im andern mit den Oberseiten zusammengefügt waren. Aehnlich fand es Bischoff bei *Nicotiana macrophylla*. Turpin fand bei *Agave americana* zwei Blätter so vereint, dass die Unterseite des einen Blattes auf die Oberseite des andern gelegt war.

Natürlich sind gamomere Verbindungen sowohl wie wirkliche Verwachsungen von Blüthenorganen eine ganz gewöhnliche Erscheinung, für die wir ja schon zahlreiche Beispiele kennen lernten. Von besonderem Interesse sind diejenigen Fälle, wo in Pistille umgebildete Staubblätter sich mit dem normalen Pistill verbinden, wie Rob. Brown es zuerst am Goldlack beobachtete[3]).

Wirkliche Verwachsungen beobachtete Moquin-Tandon zwischen dem Rücken eines Deckblattes und einem Vegetationsblatt bei *Narcissus poëticus*, ebenso zwischen den Hüllblättern und Blüthen bei *Caucalis leptophylla*.

---

1) Bildungsabw. p. 5 Taf. VI. Fig. 3.
2) Vgl. Moquin-Tandon, Térat. p. 236.
3) Moquin-Tandon a. a. O. p. 240

Für Verbindung zwischen Kelch und Krone führt er *Geranium nodosum*, für eine solche zwischen Krone und *Androceum* nach CASSINI *Centaurea collina* an; ferner echte Verwachsungen zwischen Narbe und Kronenlippe bei *Salvia* nach MIQUEL, zwischen Fruchtbasis und Blatt bei der Gurke nach DUHAMEL, ähnliches bei Birnen u. s. w.

7. Trennungen von im Normalfall vereinigten Blättern.

Diese Erscheinungen treten schon an Laubblättern hervor. Bei unserem Jelängerjelieber (*Lonicera periclymenum L.* und *caprifolium L.* kann man alle möglichen Formen der Verbindung eines zweizähligen Blattwirtels bis zum becherförmigen, gamomeren, ganzrandigen Organ studiren. Beide Arten weichen in dieser Beziehung leicht vom Artcharakter ab.

Auffallende Beispiele von Trennungen der Laubblätter finden wir bei FLEISCHER[1]) für *Dipsacus fullonum L.* Die im normalen Zustand zweizähligen, opponirten, an der Basis verbundenen Blätter sind nicht selten getrennt, auch dann, wenn die Blätter durch Fehlschlagen der Internodien zu 3—4 zusammengerückt sind. Oft sind die verschiedenen Blattränder auf sehr ungleiche Strecken, oft beim Blattpaar nur an einer Seite verbunden u. s. w. Merkwürdig ist, dass dabei die Blattwinkel nur 2 opponirte Zweige entwickelten, von denen bisweilen der eine fehlschlug. Häufig hat man Trennungen der Staubblätter z. B. bei den *Papilionaceen* beobachtet[2]).

Die Spaltungen und Zerschlitzungen einzelner Blätter gehören streng genommen, nicht hierher; indessen wollen wir sie kurz besprechen, um ihnen nicht einen besonderen Paragraphen widmen zu müssen.

Diese Erscheinungen beruhen meist auf einer Verästelung der Gefässbündel, die wir schon bei den Stengelveränderungen für die Farrenkräuter besprochen haben. Spaltungen dieser Art sind aber überhaupt nicht so gar selten bei den Blättern.

STEINHEIL fand ein Blatt des Wiesen-Schaumkrauts mit 4 nervigem Endblättchen, ähnliche Spaltungen bei *Plantago maior L.*, *Geranium nodosum* und *Hedera helix L.*

Von diesen Gefässbündelspaltungen unterscheiden sich diejenigen Blattspaltungen, bei denen das Blatt zwischen je zwei Gefässbündeln einreisst. Das kommt in abnormer Weise am häufigsten da vor, wo das Blatt schon im Normalzustand eine grössere oder geringere Spaltung zeigt. So ist eine das gewöhnliche Maass überschreitende Spaltung der

1 Missbild. p. 50.
2 Vgl. CRAMER, Bildungsabw. p. 105.

Kronblätter bei den *Caryophylleen* und *Umbelliferen* häufig beobachtet worden [1].

Wie es scheint, können alle parallelnervigen Blätter, namentlich dann zerschlitzt auftreten, wenn die verbindenden Adern sehr zarter Natur sind und diese offenbar durch Atrophie hervorgerufene Erkrankung wird sogar bis zu einem gewissen Grade erblich.

So werden als gelegentlich und zufällig tiefer und mehrfach zerschlitzt die Blätter von *Gingko biloba*, als fast fiederspaltig die von *Mercurialis annua L.* beschrieben, während andererseits mehre unserer Waldbäume, so z. B. die Eiche, die Buche (*Fagus*), der Hollunder (*Sambucus nigra L.*), der spanische Flieder (*Syringa vulgaris L.* und *S. persica L.*) und viele andere Holzgewächse in constanten, durch Cultur entstandenen zerschlitztblätterigen Formen gezogen werden [2]. Natürlich trifft das die Blumenblätter ebensogut wie die Laubblätter. So sind zufällige Spaltungen beobachtet worden an den Kronblättern des Kohls und anderer Cruciferen, an *Rubus arcticus L.* auf einer Brandstelle und an *Lychnis dioica L.* eine Vierspaltung von LINNÉ. Auch diese Erscheinung kann erblich werden, wie es bei vielen Zierpflanzen, so z. B. beim Gartenmohn, bei den verschiedensten Nelken, bei der Papageien-Tulpe, bei Tuberosen, Narissen und zahlreichen anderen Blumen bekannt ist.

Auch Spaltungen der Staubblätter kommen vor. Bei *Salvia* sind im normalen Fall die beiden Antherenfächer durch Ausdehnung des Mittelbandes sehr weit von einander entfernt, bei *Polygala* und den Fumariaceen sind normaliter die Staubbeutel und ein Theil der Stiele gespalten; so hat MOQUIN-TANDON abnorm gespaltene Staubblätter bei *Silene conica* und *Mathiola incana* aufgefunden. Ganz gewöhnlich kann man diese Abnormität bei halbgefüllten Tulpen sowie überhaupt bei in der Füllung begriffenen Blüthen wahrnehmen.

Trennungen der Carpellblätter von einander lernten wir schon bei der Chloranthie kennen; seltener sind Spaltungen der einzelnen Blätter beobachtet worden.

Wir haben gesehen wie wichtig die zufälligen Spaltungen gamomerer Organe für die Morphologie werden. Dafür sind diejenigen, welche bisweilen beim weiblichen Perigon von *Carex* vorkommen, lehrreiche Beispiele. Dieses Perigon besteht aus zwei der Länge nach verbundenen Blättern und löst sich bisweilen in die Theilblätter auf, wodurch denn ein wesentlicher Unterschied zwischen *Carex* und *Kobresia* verwischt wird. So wird auch für die Morphologie der Scheibe (*discus*) der perigy-

---

1) Vgl. MOQUIN-TANDON, Térat. p. 279.

2) Es gehören hierher auch die Zerschlitzungen mehrer sonst ganzblättriger Farren wie z. B. *Scolopendrium*.

nischen Pflanzen die Auflösung des Kelches sehr wichtig. Derselbe löst sich nämlich häufig, so z. B. bei den *Umbelliferen* und *Campanulaceen*, nicht nur in seine 5 Theilblätter auf, sondern er löst sich auch von der Scheibe, also von sämmtlichen höher stehenden Blüthenwirteln. Da nun auch diese, einschliesslich des Fruchtknotens, sich in freie Blätter auflösen können, so bestand ihre Verbindung, also die Scheibe, nicht in einer Stengelverflachung, sondern in einer gamomeren Vereinigung sämmtlicher Wirtel. Die Füllung der Malven beginnt mit einer Trennung der monadelphischen Staubblätter; bei der Antholyse der *Papilionaceen* lösen sich ebenfalls die monadelphischen oder diadelphischen Staubblätter von einander.

8. Stellungsänderungen der Blätter.

Da die Verästelung von der Blattstellung abhängt, so herrschen für diese im Grunde die nämlichen Gesetze wie für jene und wir können uns bei ihrer Besprechung um so kürzer fassen, je mehr uns eine vollständige Einsicht in die Blattstellungsgesetze fehlt.

Die Aenderung der Blattstellung ist oft eine nur scheinbare, äusserliche, nicht morphologische. So z. B. muss die Blattinsertion scheinbar einem ganz anderen Gesetz folgen, sobald der Stengel, an welchem die Blätter inserirt sind, Drehungen erleidet. Es ist mehrfach beobachtet worden, dass die Insertion, ursprünglich schraubig oder wirtelig, dadurch zu einer einseitigen werden kann. Ein merkwürdiges Beispiel der Art führt MOQUIN-TANDON für Mentha an, wo die Drehung mehrfach die ganze Peripherie um 90 Grad verschoben haben musste.

Jede Differenz im Wachsthum neben einander befindlicher Gewebtheile hat natürlich eine Verschiebung zur Folge, so wenig auch im Grunde das Insertionsgesetz dabei verändert wird.

Verwandeln sich aber Wirtel in Wendel oder die Wendelglieder rücken in Wirtel zusammen, so muss man wohl eine von der Pflanze ausgehende Störung der Insertion annehmen. Während ich dieseses niederschreibe, stehen z. B. vor mir im Wasser schwach vergeilte Zweige von *Ligustrum vulgare L.* Die jungen, blüthentragenden Triebe, welche wie die ganze Pflanze, ursprünglich streng opponirte Blätter und Axillarknospen besitzen, haben hie und da einen solchen zweizähligen Wirtel ein wenig, etwa um 3—4 Linien verschoben, wobei in der Regel beide Blätter ein wenig ihre Insertionswinkel verändert haben; sie beginnen also die Wendelbildung.

Innerhalb der Blüthen ist eine solche Wendelbildung zu unzähligen Malen beobachtet worden und die echte Diaphysis ist fast immer, wenn der vegetative Trieb Wendelstellung zeigt, ebenfalls wendelständig. Sehr merkwürdig ist das durch STEINHEIL bekannt gewordene Beispiel der

Verbindung der Blattpaare bei *Salvia verbenacea*. Die Blätter waren dadurch scheinbar abwechselnd zweizeilig (½) geworden.

9. Verminderung in der Anzahl der Blattgebilde.

Das völlige Fehlschlagen und Verkümmern haben wir schon früher besprochen. Es findet oft regelmässig statt. So sind bei unechter Geschlechtstrennung die entgegengesetzten Geschlechtsorgane eigentlich der Anlage nach vorhanden, sie verkümmern aber ganz oder zu kleinen Drüsen, Schuppen u. s. w.

Man sollte eigentlich eine echte Geschlechtstrennung nur da annehmen, wo das nämliche Organ an derselben Stelle steht wie das weibliche und umgekehrt. Hier kann das andere Geschlecht der Anlage nach nicht vorhanden sein, also auch nur durch metamorphotische Umbildung niedrigerer Blattglieder zur Entwickelung kommen.

Natürlich gehört die Zunahme einzelner Wirtel auf Kosten der übrigen nicht hierher, sondern nur die absolute Abnahme in der Gliederanzahl eines oder mehrer Wirtel. Diese Zahlenveränderungen sind weit weniger häufig als die Vervielfältigungen.

Auch das Verkümmern ursprünglich vorhandener Organe, so z. B. die *sterilitas*, müssen wir hier ausschliessen. Wir haben für *Cornus mascula L.* das Vorkommen dreizähliger Kronen und Staubwirtel angeführt. Dreiblättrige Kronen von *Paris*, vierblättrige von *Jasminum* sind bekannte Beispiele.

Auch ganze Wirtel fehlen oft, am häufigsten wohl der Kelch. Bei den Cruciferen schlägt nicht selten einer oder der andere der zweigliedrigen Wirtel fehl, so dass z. B. die Krone nur aus zwei Blättern, d. h. aus einem zweizähligen Wirtel besteht.

Curtis stellte nach dem zufälligen Fehlschlagen eines Gliedes in jedem Blüthenwirtel bei *Cerastium* sein *C. tetrandrum* als besondere Art auf. Derartige Missgriffe sind häufig vorgekommen und haben zu späteren Einziehungen von Arten Anlass gegeben.

Sehr richtig bemerkt Moquin-Tandon, dass das Pistill in seiner gedrängten centralen Lage am häufigsten einer Unterdrückung einzelner Glieder ausgesetzt ist, ein Verhalten, welches ja in vielen Pflanzenfamilien das normale geworden ist.

Ganze Wirtel schlagen am häufigsten in Krone und Androceum fehl. Es giebt zahlreiche Gattungen, bei denen einzelne Arten bald mit, bald ohne Krone vorkommen, ebenso mit einem oder mehren Staubblattwirteln.

Bei mehren Violen kommen die Sommerblüthen stets kronenlos zum Vorschein.

Für Fehlschlagung und Verminderung im *Androceum* führten wir

schon früher Beispiele an. Im *Gynaeceum* ist gänzliches Fehlschlagen häufig bei unechter Geschlechtstrennung. Bisweilen scheint auch in sich füllenden Blüthen dergleichen vorzukommen, ohne dass die Carpellblätter sich zu Kronblättern rückbildeten. Fehlschlagen der Samen ist bei Culturgewächsen etwas ganz Gewöhnliches, so z. B. bei der Korinthe, Ananas, Banane, dem Brotbaum u. s. w. Es würde sicherlich gelingen, alle Obstsorten samenlos zu erziehen, wenn man es in der Cultur darauf anlegte.

10. Vervielfältigung der Blattgebilde.

Sehr leicht kann natürlich da eine Vergrösserung der Anzahl der Blätter vorkommen, wo, wie in der Blüthe der Gräser, Orchideen, Labiaten u. s. w. im regelmässigen und normalen Fall eine Unterdrückung einzelner Kreisglieder stattgefunden hat, wo also, um paradox zu reden, die Abnormität zur Norm geworden ist. So beobachteten RICHARD und R. BROWN dreimännige Orchideen (*Orchis* und *Habenaria bifolia*. SEUBERT (*Linnaea*, 1842 p. 389) beschreibt eine vollständig viertheilige *Orchis palustris*, nämlich mit acht Perigonblättern, worunter zwei lippenförmig, vier Staubblättern, worunter nur eins fruchtbar, und vier wandständigen, den äusseren Carpellblättern opponirten Samenträgern. In diesem Fall hat also schon keine blosse Fortbildung der Anlage nach vorhandener Theile, sondern eine regelwidrige Vermehrung der Wirtelglieder stattgefunden. Für diese bei den Orchideen mehrfach angeführten Zahlenabweichungen ist aber noch nachzuweisen, dass nicht etwa eine Vereinigung zweier oder mehrer Blüthen stattgefunden hat. Sogar mit sechs Staubblättern hat man eine *Orchis militaris-fusca* gefunden.

Für die Primulaceen findet man bei CRAMER[2] Vermehrung der Wirtelglieder und der Wirtel selbst nachgewiesen. Derselbe theilt auch Notizen über die seltnere Vermehrung der Carpellblätter mit, so für die Papilionaceeen[3]) nach DE CANDOLLE zwei Carpellblätter bei *Gleditschia*, bei *Trifolium repens L.* (nach SCHMITZ), bei *Phaseolus vulgaris L.* nach KIRSCHLEGER, zwei ausgebildete Früchte, unten verbunden oben frei. Auch mehre Carpellblätter (2—5) führt er an[4], so für *Medicago* u.

1) S. CRAMER Bildungsabw. p. 8. Gehört die zweimännige Orchis von R... Bot. Ztg. 1852 p. 425) hierher? Vergl. bei CRAMER noch mehre andre Fälle, die ... den Autoren meist unvollständig und für die Beurtheilung gänzlich ungenügend ...schrieben sind.

2) A. a. O. p. 24, 25, 26 ff.

3) A. a. O. p. 99.

4) Vergl. auch MOQUIN-TANDON a. a. O. p. 264. Häufig findet man bei verschiedenen Schriftstellern der *var. monstrosa imbricata* der Gartennelke (*Dianthus caryophyllus*) erwähnt, welche auf vergrösserter Anzahl der Kelchschuppen beruht. Doppelte Carpellblätter hat auch FLEISCHER gefunden (Missb. p. 72.)

Mimosa. Ferner einige eigene Beobachtungen an *Melilotus,* wo sich das Carpellblatt mehr oder weniger laubblattartig entwickelt mit 2 bald mehr einwärts und abwärts gerollten, bald mehr aufgerichteten Samenknospen.

Seine Polemik gegen Caspary und Brogniart ist ziemlich unfruchtbar, da sie den Kern der Sache, nämlich das Hervorgehen der Seitenblättchen (Samenknospen) aus dem Gefässbündel des Carpellblattes bei Seite lässt. Ob die Knospen genau randständig oder ein wenig nach innen gerückt sind, ist sehr unwesentlich.

Von besonderem Interesse ist das Beispiel eines 3zähligen Kelchwirtels bei *Papaver rhoeas L.*, welches Fresenius[1]) mittheilt. Das überzählige Kelchblatt war am Blüthenstiel hinabgerückt und diente hier einer kleineren Blüthe als Stützblatt. Derselbe[2]) theilt Beispiele mit von 7zähligen und 6zähligen Blüthenwirteln bei *Bryonia dioica L.*, im ersten Fall waren 3, im anderen 2 Staubblätter frei; ferner das neben stehend (Fig. 32) abgebildete Beispiel einer Aurikel mit bandförmigem Stengel, sehr vergrösserten, vielzipfeligen Kelchen, derengleichen Kronen und bis zu 22 Staubblättern. Das Pistill war (s. d. Figur) breitgedrückt, eiförmig, oben offen, unfruchtbar.

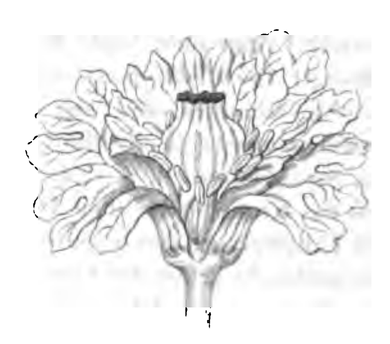


Fig. 32. Chloranthie und Vermehrung der Blüthenwirtel bei der Aurikel nach Fresenius.

Wir führen aus eigener Anschauung für die Vervielfältigung der Wirtelglieder der Blüthe aus der ungeheuren Zahl der Beobachtungen dieser Art noch *Cornus mascula L.* als Beispiel an.

Bei den rein 4zähligen Wirteln dieses Strauches, dessen Blütheninsertion genau mit der opponirten Insertion der vegetativen Blätter übereinstimmt, indem jeder vierzählige Wirtel aus zwei zweizähligen (2×2) besteht, kommt gar häufig eine Vergrösserung, weit seltener eine Verkleinerung der Anzahl der Wirtelglieder vor. Sehr häufig ist die Blüthe 5zählig: 5, 5, 5, 2.

Aus obiger Formel ergiebt sich, dass (in der Regel) die grössere Anzahl der Wirtelglieder sich nicht auf das Pistill ausdehnt. Auf Tafel I. Fig. 17 haben wir dagegen die Zeichnung einer Blüthe von *Cornus mascula L.* mitgetheilt, wo sechs Kronblätter (*a*—*f*) mit sechs Staubblättern abwechseln (1 — 6). Man sieht schon an der Gestalt der

1) Pflanzenmissbildungen p. 39.
2) A. a. O. p. 44.

Staubwegmündung, welche sehr breit erscheint, dass hier das *Gynaeceum* nicht ganz normal entwickelt sein kann. Aber schon das *Androceum* zeigt eine weitere Abnormität, denn zwischen den Staubblättern 1 und 2 erblickt man ein vor das Kronblatt *a* gestelltes siebentes, freilich sehr verkümmertes Staubblatt. An demselben Zweig fand sich eine Blüthe mit 3 Kronblättern, 3 Staubblättern und normalem Pistill, eine andere mit 6 Kronblättern, von denen 2, wie es oft vorkommt, der ganzen Länge nach verbunden waren, 4 Staubblättern und normalem Pistill, desgleichen eine übrigens in beiden Einzelblüthen ganz normale Doppelblüthe, welche Figur 2 Taf. II darstellt. Man sieht beide Blüthen am Ende des einfachen Stieles *p* befestigt. Die Blüthe links zeigt die Kronblätter 1, 2, 3, 4, wovon 3 und 4 völlig verbunden sind, mit den Staubblättern *α*, *β*, *γ*, *δ*, abwechselnd; ebenso wechseln in der Blüthe rechts die Kronblätter I, II, III, IV mit den Staubblättern a, b, c, d. Die beiden Blüthen sind so verbunden, dass das Kronblatt III dem Doppelkronblatt 3, 4 den Rücken zukehrt. Der Längsschnitt durch die Blüthen, in der Richtung der Vereinigung, also senkrecht gegen die Vereinigungsfläche geführt, zeigte, dass nur die Carpelle bis zum Kelchrand verbunden, übrigens ganz normal ausgebildet waren. In einer andern Blüthe fanden sich 7 Kronblätter, von denen zweimal je zwei verbunden waren, so dass sie nur 5 Glieder bildeten, 6 Staubblätter und 2 deutlich getrennte Staubwege. Der durch beide Staubwege geführte Längsschnitt zeigte 2 normale, völlig selbstständig ausgebildete, aber unter den freien Griffeln mit ihren Wänden verbundene Fruchtknoten; diese gehörten also einer Doppelblüthe an, deren übrige Wirtel sich gänzlich verschmolzen hatten.

Die Füllung der meisten Blumen beruht, wie wir früher sahen, nicht bloss auf einer Metamorphosirung, sondern auch auf einer Vervielfältigung der Wirtel. Es scheint, als ob ursprünglich stets ganze Wirtel hinzutraten. Für diese Beobachtung sind die *Liliaceen* sehr günstig, so z. B. die von den Gärtnern mit dem Beinamen *Tournesol* belegte wohlriechende Tulpe. Der *Li*[illegible]-Typus zeigt bekanntlich 5 dreizählige Wirtel, von denen 2 dem Perigon, 2 dem *Androceum*, 1 dem *Gynaeceum* angehören und von denen je 2 und 2 sich so dicht gedrängt um 60 Grad drehen, dass der Typus sich scheinbar zu sechszähligen Wirteln umgestaltet. Bei der Tournesol-Tulpe treten nun neue Wirtel hinzu, welche aus dem *Gy*[illegible], dem *A*[illegible] und, wie es scheint, erst bei stärkster Füllung, aus dem Perigon [illegible]. Es scheint, als ob das höchste Stadium der Füllung [illegible] Wirtel bei dieser Tulpe [illegible], doch lässt sich darüber sehr schwer ins Klare kommen, weil hier ausser der Vermehrung der Wirtel noch eine Spaltung der Staubblätter eintritt.

Das [illegible] Staubblatt [illegible] lässt sich nicht zu einem

einfachen Perigonblatt, sondern zu einem Doppelblatt um. Die Anthere schwindet mehr und mehr, bleibt oft noch als dünner, fadenförmiger Fortsatz, ein Ueberrest des Connectiv's, stehen, während unter ihr der Träger sich nicht nur blattartig erweitert, sondern, was weit wichtiger und augenfälliger, rechts und links von der Anthere sich in lange nebenblattartige Blätter ausdehnt. Es geht also das Perigonblatt, welches an die Stelle des Staubblatts tritt, nicht aus der Anthere, sondern aus dem Blattstiel mit seinen Nebenblättern hervor. Strenge genommen ist hier das Perigonblatt eine blosse Nebenblattbildung, denn das vollständig metamorphosirte Doppelblatt zeigt keine Spur mehr vom Petiolus. Aehnliche, durch blosse Nebenblattbildung hervorgerufene Füllungen scheinen häufig zu sein. Sehr oft tritt eine Spaltung und Zersplitterung der so entstandenen Perigonblätter ein, wodurch die Vervielfältigung noch grösser wird, und schwieriger auf ihren Ursprung zurückführbar ist. Ebenso häufig kommen aber wirkliche Vermehrungen in der Zahl der Wirtelglieder wie ganzer Wirtel vor, die sich weder auf blosse Spaltung der vorhandenen, noch auf Ausbildung normaliter verkümmerter Glieder zurückführen lassen.

Ganz analoge Erscheinungen wie die Füllung durch Nebenblattbildung und Spaltung der Nebenblätter kommen auch an Vegetationsblättern vor. Die *Rubiaceen* haben opponirte Blattstellung. Die mehrgliedrigen Wirtel der Gattungen *Rubia*, *Asperula*, *Galium* u. a. entstehen durch starke Ausbildung und Spaltung der Nebenblätter. Aehnlich fand es STEINHEIL bei *Cerastium*. Die opponirten Blätter bildeten 3zählige Wirtel durch Spaltung des einen Wirtelgliedes. Hier freilich ist es wohl nicht das Nebenblatt, sondern die Blattspreite selbst, welche die Spaltung traf.

Beim Klee ist eine Vermehrung in der Anzahl der Blättchen des normal 3fingerigen Blattes durchaus populär geworden. Es werden unzählige ähnliche Beispiele in der Literatur aufgeführt. Ganz ähnlich wie bei der Tulpe ist die Füllung bei den Nelken (*Dianthus Heddewigii*) nach SCHULTZ-SCHULTZENSTEIN [1]), nur kommt hier eine sehr vielfache Spaltung hinzu, wodurch die beiden Nebenblätter in zahlreiche Kronblätter zerschlitzt werden. Nach SCHULTZ »entstehen die höheren Grade der Füllung so, dass jedes der beiden ursprünglichen Blätter sich abermals gabelförmig verzweigt, so dass ein Büschel von dicht gedrängten Füllungsblättern entsteht, der oft schwer zu entwirren ist.«

---

1 Amtlicher Bericht über die 40ste Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte. Hannover 1866. p. 169 ff.

Kapitel 6.

Aus den physikalischen Eigenschaften und dem Wassergehalt des Bodens hervorgehende Erkrankungen.

Nächst den chemischen Bestandtheilen wird der Boden wirksam durch die Wasserzufuhr, durch die Verbindung der unterirdischen Pflanzentheile mit der atmosphärischen Luft, durch die Eigenwärme desselben und durch den Schutz der Wurzeln gegen das Austrocknen durch Verdunstung. Ueber die elektrischen und magnetischen Einwirkungen des Bodens auf die Pflanze wissen wir gar nichts.

Der Wassergehalt des Bodens darf, wenn die Pflanze gedeihen soll, weder einen Minimalwerth noch einen Maximalwerth überschreiten. Diese beiden Werthe sind natürlich verschieden nicht nur für verschiedene Pflanzen, sondern auch bei dieselben Pflanzenarten für verschiedene Bodenarten.

Die Regelung des Wassergehaltes ist aber lediglich Sache der Herstellung eines richtigen Verhältnisses zwischen Untergrund und Ackerkrume, sowie der Bewässerung und Entwässerung, alles Dinge, welche zur Theorie des Ackerbaues gehören.

Die Humusdecke des Bodens wirkt ganz besonders durch ihr Verhältniss zum Wasser. Feste und schwere Bodenarten lassen das Wasser nicht durch; die Wurzeln der Pflanzen vegetiren daher gewissermassen in blossem Wasser, was die meisten Gewächse schon wegen des grösseren Abschlusses von der Luft nicht vertragen können. Die Pflanzen gehen daher auf undurchlässigem, nassem Boden entweder ganz zu Grunde oder sie modificiren sich, passen sich ihrer neuen Lage an. Auf nassen Wiesen verschwinden die Süssgräser und die sogenannten Sauergräser, deren Rhizome und Wurzeln in wassergesättigtem Boden vegetiren können, nehmen überhand.

Die Wurzeln vieler Pflanzen nehmen im Wasser andere Formen an, sie werden haarlos und bilden zahllose Verzweigungen. So entstehen bei mehren Holzpflanzen die sogenannten Fuchsschwänze, welche man als grosse, den Hexenbesen vergleichbare Büschel röthlicher Wurzeln überall da hervorspriessen sieht, wo Weiden, Erlen u. a. Bäume an einem Wassergraben stehen [1]. Im Ganzen wissen wir aber sehr Weniges über die krankhaften Veränderungen, welche durch Uebersättigung des Bodens mit Wasser hervorgerufen werden.

Das Leiden solcher Gewächse beginnt wohl stets mit der Wurzelfäulniss, wie ja auch die Topfgewächse, wenn sie zu nass gehalten werden, stets Wurzelfäulniss zeigen. Das Wesen dieser Erscheinung besteht

1) Vgl. Wiegmann. Krankh. u. krankh. Missb. d. Gewächse. Brsg. 1839 p. 29

aber gerade, wie wir im zweiten Buch sehen werden, darin, dass die Luft mehr oder weniger abgeschlossen ist, dass sich daher Gährungspilze, d. h. Pilzformen bilden, welche den zu ihrer Existenz und Fortentwicklung nöthigen Sauerstoff nicht der Luft, sondern den flüssigen oder schlammigen Medien entnehmen, in welchen sie vegetiren. Im humösen Boden wird nun obendrein die Fäulniss durch die oft grossen Massen von Pflanzen- und Thierleichen eingeleitet und begünstigt. Zweierlei Dinge sind in solchem Fall nothwendig, um der Fäulniss der Wurzeln Einhalt zu thun: Entwässerung und Bearbeiten des Bodens bis in gehörige Tiefe durch Rajolen, Pflügen und Graben. Die Entwässerung ist nöthig, damit die atmosphärische Luft in den Boden dringen und die Fäulniss (Desoxydation) in Verwesung (Oxydation) umsetzen könne. Damit das aber rasch und energisch geschehe, ist es absolut nothwendig, dass die tiefer liegenden, also stärker faulenden Schichten an die Luft emporgehoben werden.

Es hat sich immer deutlicher herausgestellt, dass die Düngung nicht bloss dadurch wirksam ist, dass sie dem Boden die nöthigen Salze zuführt, sondern hauptsächlich auch durch Vergrösserung der Hygroskopicität desselben. Gut gedüngter Boden saugt die atmosphärische Feuchtigkeit leichter auf und hält sie leichter fest als der nämliche Boden im ungedüngten Zustande. Das erste wird besonders wichtig bei schweren Bodensorten, das zweite bei leichtem Boden. Thonreicher Boden hält die einmal aufgesogene Feuchtigkeit sehr fest, während sandiger Boden sie rasch fahren lässt durch Einsickerung und Verdunstung.

Der Sand jedoch nimmt das Wasser leichter aus der Atmosphäre auf, er bildet einen offenen Boden, während thoniges, mergelreiches oder lehmiges Erdreich bei trockenem Wetter an der Oberfläche eine harte Kruste bildet, wodurch zwar das darunter befindliche Wasser vor der Verdunstung geschützt, der Zutritt neuen Wassers aus der Atmosphäre aber sehr erschwert wird; daher wird bei anhaltender Dürre auch schwerer Boden zuletzt ausserordentlich dürr und so fest, dass die hinzutretende Feuchtigkeit sehr langsam auf ihn einwirkt; Mischung schweren Bodens mit leichtem ist hier nächst zweckmässiger Düngung das Mittel zur Abhülfe. Die theoretische Ansicht derer, welche meinen, man könne den Dünger durch blosse Zufuhr von Salzen ersetzen, theilen wir nicht, halten sie sogar für höchst unpraktisch und albern. Ebenso ist das Verbrennen des Genistes und Krautes z. B. auf Kartoffelfeldern ein grosser Missbrauch, leider veranlasst durch einseitige Theorien berühmter Männer, welche die Praxis nicht kennen und nicht berücksichtigen. Der Dünger wirkt durch Auflockerung des Bodens; dieser muss daher auch dann gedüngt werden, wenn er alle zur Ernährung der Pflanze nöthigen Bestandtheile enthält. In der Natur düngt die Pflanzendecke sich selbst den

Boden. Wo wirklich natürlicher Pflanzenwuchs, ungestört durch menschliche Eingriffe massenhaft vegetirt, da ist fast überall der Boden gedüngt, d. h. mit einer hohen Humusschicht bedeckt, so namentlich im Wald und auf der Wiese. Hier trägt oft, namentlich im Walde, zur Ernährung der Bäume der Humus nur wenig direct bei, aber durch seine hygroskopischen Eigenschaften unterstützt er die Ernährung ausserordentlich.

Durch diese Humusbildung wird auch die Wechselwirthschaft der Natur erst möglich. Nadelhölzer, mit geringer Bodengüte fürliebnehmend, bereiten ihn vor und machen nach und nach bei immer zunehmender Humusdecke dem Laubwalde Platz[1]. Die wachsende Humusdecke hat aber noch einen anderen Nutzen. Sie lockert den Boden; während die kleinen Klümpchen und Ballen des Humus das Wasser ansaugen, bleibt zwischen ihnen ein lufterfüllter Raum; denn das überschüssige Wasser sickert tiefer hinab. Der Boden kann also nicht so leicht übersättigt werden, namentlich dann nicht, wenn auch der Untergrund locker ist oder wenn man dessen Wassergehalt durch Drainage regelt. Diese Porosität hat also den ausserordentlichen Vortheil, dass die zum Theil mit Luft umgebenen Würzelchen eine Menge von Saughaaren in die Luft hineinsenden und dadurch ihr Aufnahmevermögen beträchtlich erhöhen können. In schwerem, wassergesättigtem Boden können aber die Wurzelhaare ebenso wenig zur Ausbildung kommen wie im reinen Wasser[2].

Dass das Uebermaass der Wasseraufnahme ebenso gut schaden könne wie das zu geringe Maass, dass hypertrophische Zustände, ja förmliches Zerplatzen des Stengels die Folge davon sein könne, haben wir früher gesehen.

Die thermischen Eigenschaften hängen mittelbar oder unmittelbar von seiner Zusammensetzung ab. In erstgenannter Hinsicht kommt besonders der Wassergehalt in Betracht. Wasserreicher Boden ist als kalter, wasserarmer dagegen als warmer Boden aufzufassen, daher kommen zärtliche Pflanzen wärmerer Striche eher auf trockenem als auf nassem Boden fort und derengleichen Topfgewächse gehen am leichtesten durch Ueberwässerung zu Grunde. Hier ist wohl hauptsächlich die wärmebindende Verdunstung des Wassers Ursache der Erkrankung, die sich in chlorotischem Ansehen der Pflanzen zu zeigen beginnt, was uns nicht Wunder

1 Wir haben schon einmal darauf hingewiesen, dass das Culturland im Verhältniss zu Wald und Wiese eigentlich Wüstenboden ist, es sei denn die Düngung und Auflockerung sehr weit gediehen.

2 E. Reichardt trennt die Eigenschaften des Nährbodens der Pflanzen in mechanische und chemische. Wir machen hier zugleich aufmerksam auf seine treffliche Darstellung dieser Verhältnisse in seiner Ackerbauchemie Erlangen 1861 p. 334 ff

nehmen kann, seit wir durch J. SACHS wissen, dass zur Chlorophyllbildung ein bestimmter Wärmegrad nothwendig ist. Das Mittel zur Abhülfe besteht natürlich in Entwässerung, Auflockerung und, wenn es nöthig, Sandzusatz zum Boden, leichte, warme Düngung und bei Topfgewächsen Versetzen in lockere Erde sowie sehr vorsichtiges Begiessen. Was die Constitution des Bodens in thermisch-chemischer Beziehung anlangt, so unterscheiden zwar die Praktiker längst sogenannte kalte und warme Bodenarten, jedoch beruhen diese Bezeichnungen noch meist auf sehr rohen und allgemein gehaltenen Beobachtungen. Im Allgemeinen ist der Kalkboden warm, der Thonboden kalt und der Sandboden am meisten dem Temperaturwechsel ausgesetzt. Dass auch die Farbe des Bodens für die Durchwärmung sehr wichtig wird, ist eine allgemein bekannte Thatsache. Der Humus vermehrt daher die thermische Fähigkeit des Bodens durch seine dunklen Färbungen.

Das wichtigste bodenwärmende Mittel ist überhaupt die Düngung. Bei der Verwesung organischer Körper wird um so mehr Wärme frei, je energischer der Gährungsprocess stattfindet. Bekanntlich kann diese Wärmeentwicklung bis zur Entzündung des verwesenden Körpers zunehmen.

Auf folgende Dinge wollen wir noch aufmerksam machen in Bezug auf die Behandlung des Bodens, da wir sie aus eigener Erfahrung kennen. Erstlich wollen wir namentlich Dilettanten in der Gartenkunst hinweisen auf den Gebrauch der Holzkohle zur Verbesserung des Bodens, die unter Anderen besonders der treffliche J. BARNES[1]) zuerst in weiter Ausdehnung angewendet hat. Die Holzkohle wirkt fäulnisswidrig, ist daher ganz besonders für Topfculturen zu empfehlen, wo oft die Regelung der Wasserzufuhr so schwierig ist; aber auch für Culturen im freien Lande empfiehlt sich die Holzkohle sehr, wenn man sie in den nöthigen Quantitäten haben kann.

Die Holzkohle ist wirksam erstlich durch ihre ausserordentliche Porosität. Sie saugt das Wasser ein, hält davon also ein bestimmtes Quantum fest und zwar mit einer bestimmten, aus der Capillarität hervorgehenden Kraft; daher muss die Diffusionskraft der Pflanze aufgeboten werden, um den Kohlentheilchen das Wasser wieder zu entziehen.

Die Pflanze wird also nie mit überflüssigem Wasser versehen werden, sobald man für guten Abzug gesorgt hat; dass dieser bei Topfculturen durch eine gehörige Lage von Kieseln oder Scherben am Boden des Topfes hergestellt wird, betrachten wir als selbstverständlich, und auch im Freien lässt sich das, theils auf ähnliche Weise, theils durch tiefes

---

1 Briefe über Gärtnerei.

Auflockern und zweckmässige Düngung sowie Sandzusatz u. s. w. erreichen.

Zweitens aber wirkt die Kohle, da sie nahezu aus reinem Kohlenstoff besteht ohne Stickstoffverbindungen, durch ihre Unfähigkeit zu faulen und das ist der Grund, wesshalb man Pfähle, welche in den Boden geschlagen werden sollen, unten verkohlen lässt. Kohle sollte daher ein wesentlicher Bestandtheil jeder Erde für Topfculturen sein.

Für die Bearbeitung des Bodens haben wir ferner noch Folgendes hervorzuheben. Es ist bekanntlich weit leichter, einen schweren Boden zu lockern, als einen leichten Flugboden bündig zu machen, denn bei jenem hilft im Nothfall, wenn man keinen Sand in der Nähe hat, schon gute Bearbeitung und Düngung allmählich ab, während der Sandboden die tiefe Bearbeitung gar nicht zulässt, ohne noch unfruchtbarer zu werden und die Düngung theils erstaunlich langsam einwirkt, anderentheils durch die Bewegung des Bodens, welche das Culturland beständig überschüttet, und dadurch die Düngung unwirksam macht. Dieser letzte Punct ist der allerschlimmste, und da ich ihm am Meere selbst jahrelange sorgfältige Studien widmen konnte, so mögen dieselben in ihren Hauptresultaten hier eine Stelle finden. Es kommt für grössere Landstrecken, ausgedehnte Güter u. s. w. nämlich hauptsächlich darauf an, den Boden für den Ackerbau vorzubereiten und das wird mit Erfolg nie geschehen, bevor man die Bewegung des Sandes, mag derselbe nun Quarzsand oder irgend ein anderer zusammengesetzter Flugboden sein, nicht gehemmt hat. Meine am Meere selbst angestellten Studien hatten zunächst eine Ausarbeitung erfahren für einen praktischen Zweck, nämlich für die Küstenbefestigung in Preussen, insbesondere in Schleswig und es hat diese Arbeit die huldreichste Berücksichtigung bei den Befestigungsarbeiten von Seiten der Königlichen Regierung erfahren. Die dort aufgestellten Principien haben nun aber ihre Geltung für jede Dünenbildung für jeden Sandboden im Binnenlande ebenso gut wie am Meere. Ich lasse daher jene Arbeit, freilich im Auszuge und in veränderter Form hier folgen, da ich überzeugt bin, dass dieser Gegenstand jeden grösseren Landbesitzer in einer Sandgegend interessiren müsse.

Freilich muss ich hier noch etwas Anderes voraussetzen, nämlich dass der Landbesitzer nicht nur für sich sorgt, sondern auch für seine Nachkommen, dass er nicht nur das Beste seines Grundstückes, sondern mit diesem das Wohl des ganzen Landes im Auge hat. Nur unter dieser Voraussetzung wird er gewillt sein, eine wirklich ausreichende Regulirung des Verhältnisses zwischen Wald und Acker herzustellen, worauf bei meinen Vorschlägen hauptsächlich Rücksicht genommen wurde.

Die Bewegung des Sandes hat schon an manchen Stellen der Erdoberfläche die Aufmerksamkeit der Landbebauer und der Gelehrten rege

gemacht. Wüste Sandflächen und Dünen sind nicht nur unnütz, in sofern sie dem Menschen nicht productiv, dienstbar werden; sie sind vielmehr im höchsten Grade der Umgebung verderblich.

Jede entblösste Sandfläche enthält ein Magazin zur Verwüstung der Nachbarländer. Im grossartigen Styl schreiten die riesigen nordafrikanischen Wüsten gegen Osten vor, von Jahr zu Jahr neue Culturstrecken im Sande begrabend. Der nackte Sand ist unfruchtbar und wird immer aufs Neue eine Quelle der Verderbniss.

Eine ähnliche Rolle, bald grösser, bald kleiner, spielt der Sand an allen sandigen Meeresküsten, so lange ihm nicht durch den Kunstfleiss der Menschen Halt geboten wird. Die Westküste von Schleswig ist ein auffallendes Beispiel dieser Art, wir wollen daher zunächst diese ins Auge fassen.

Ganz besonders trifft das die fast 5 Meilen lange Insel Sylt, weniger Föhr und Amrum, aber auch die Westküste im Norden Schleswigs.

Die Weststürme herrschen vor nicht nur in der Zahl, sondern auch der Heftigkeit nach; daher wandert der Sand von Westen nach Osten unaufhaltsam vorwärts, überschüttet und verwüstet das Culturland und verdirbt von den Inseln aus das Fahrwasser. Am verderblichsten für die Zukunft wird das natürlich an der Küste, da das Meer einen fast unerschöpflichen Reichthum an Sand einschliesst und, diesen immer auf's neue auswerfend, dem Vorrücken in das Culturland immer neue Nahrung giebt.

Hier sind beide Uebelstände vereinigt. Die Küste erhält von den Inseln aus stets neues Material, der zwischenliegende Meeresarm versandet immer mehr. Um beides zu heben, muss man auf den Inseln wie an der Küste dem Sande Halt gebieten. Um aber die Mittel dazu ausfindig zu machen, durch welche mit dem geringsten Kostenaufwand der vorgesetzte Zweck erreicht werden könne, ist es vor Allem nöthig, die Ursachen und Erscheinungen der Sandbewegung aufs Genaueste zu kennen und diejenigen Mittel zu belauschen, durch welche hie und da von der Natur selbst dem Sande Einhalt gethan wird. Gelingt das, so braucht man nur der Natur zu Hülfe zu kommen. Und im angedeuteten Fall ist das mit einiger Aufmerksamkeit leicht genug.

Ich habe in meinen »Nordseestudien« p. 87 bis 91 eine Anschauung von der Bewegung des Sandes zu geben versucht, auf welche ich hier verweise.

Die Sylter haben das richtige, das einzig wirksame Mittel, um der Wanderung des Sandes Einhalt zu thun, längst erkannt, aber es fehlt ihnen an Einsicht und an Hülfsmitteln, um die Anpflanzungen so vorzunehmen, dass sie durchgreifende und nachhaltige Wirkung hätten.

Sie pflanzen nur Sandhafer und ähnliche Gräser. Diese sind allerdings segensreich, ja nothwendig für die erste Anlage, denn nichts durch-

flicht den Boden so sehr wie die langen Rhizome dieser laufenden Gräser und *Cariceen*. So zweckmässig aber auch diese Gräser bezüglich der unterirdischen Theile sein mögen, so wenig sind ihre dünnen Halme und schmalen Blätter im Stande, der Oberfläche gegen die Angriffe des Windes Schutz zu verleihen. Der Wind bewegt ganz leise den Sand zwischen den Halmen vorwärts, nach und nach werden die langen Rhizome blossgelegt und sind nun nicht mehr im Stande, dem Boden Halt zu gewähren. Sie vertrocknen und die Düne wird anbrüchig, so dass jetzt beim Sturm ganze Stücke verloren gehen.

Man muss also, um die Dünen zu schützen, Pflanzen finden, welche nicht nur mit ihren unterirdischen Theilen den Sand durchziehen und befestigen, sondern vor allen Dingen solche, welche ein dichtes Dach über dem Boden bilden, in welches zwar Sand eindringen kann, welches aber den einmal eingedrungenen Sand ein für alle Mal zurückhält. Dieser Zweck wird nur durch eine mit dem Graswuchs verbundene Strauchvegetation erreicht.

Wählt man die Pflanzen zweckmässig aus, sorgt man für eine naturgemässe Reihenfolge und schützt die erste Anlage durch einfache Vorrichtungen, so wird in kurzer Zeit und mit verhältnissmässig geringen Mitteln nicht nur der Sand gefesselt, sondern zugleich ein bedeutendes Areal nutzbar gemacht, so dass in Kurzem die Anlage sich hoch verzinsen wird. Diese Anlage muss aber auf ein sehr gründliches Naturstudium gebaut sein, wenn sie von Erfolg sein soll; man muss die anzuwendenden Pflanzen, ihre Eigenthümlichkeiten, ihre Lebensweise, aufs genaueste kennen, um sie in der gehörigen Reihenfolge und am rechten Platz anzubringen. Selbstverständlich ist eine genaue Kenntniss der Sandbewegung, der Dünenbildung, der Thätigkeit des Meeres dabei u. s. w. nothwendig.

Aus diesem Grunde haben bisher an den meisten Orten die bloss von Technikern geleiteten Anbauversuche so wenig Erfolg gehabt.

Das im Folgenden mitzutheilende Verfahren hat sich auf Helgoland bereits bewährt und würde sich noch ganz anders bewähren, wenn die Arbeiten von wissenschaftlich gebildeten Männern fortdauernd beaufsichtigt würden und nicht Unverstand oft einen grossen Theil des Arbeitserfolges zerstörte.

Das Princip der Bepflanzung ergiebt sich aus der oben kurz angedeuteten Form der Dünenbildung. Die erste Anpflanzung bedarf nothwendig, wenn nicht der nächste Sturm sie vernichten soll, eines künstlichen Schutzes. Dieser Schutz muss, wie die Pflanzung selbst, derartig sein, dass er den Sand hereinlässt, ihm aber den Austritt erschwert. Natürlich kann dieser Zweck nicht erreicht werden durch Mauern, Bollwerke und Erdwälle, denn diese würden dem Sande ein Hinderniss entgegensetzen.

derselbe würde vor der Schutzwehr eine Düne aufwerfen, in welcher nach kürzerer oder längerer Zeit dieselbe ihr Grab finden würde. Abgesehen davon, dass eine solche Vorrichtung nur auf ganz kurze Zeit Schutz bietet, ist sie ohne bedeutenderen Kostenaufwand nicht ausführbar; auch ist es klug, dem Sande ungehinderten Einlass in die Pflanzung zu gewähren, weil man dadurch der allmählichen Verbesserung des Fahrwassers zu Hülfe kommt, denn der einmal dem Meer entzogene Sand muss demselben für alle Zeit entzogen bleiben.

Die anzuwendenden Schutzwehren müssen also durchbrochen sein, damit sie den Sand durchlassen. Dazu eignet sich nichts besser, als ein hoher Zaun, welcher von Buschwerk auszuführen ist. Zugespitzte Pfähle von 3 Zoll Dicke und 9 Fuss Länge werden in Abständen von 6 Fuss so tief eingesenkt, dass sie einen 6 Fuss hohen Zaun bilden. Es ist am vortheilhaftesten, zu diesem Zweck einen Graben von 2 Fuss Tiefe zu ziehen. Der Abraum aus diesem Graben muss seewärts geworfen werden, so dass vor dem künftigen Zaun ein kleiner Erdwall entsteht. Die Innenwand des Grabens muss fast senkrecht, die Aussenwand schräg abgestochen werden. Man setzt nun zuerst die Pfähle in den gehörigen Abständen unter einem sehr spitzen Winkel (von etwa 2°) landeinwärts geneigt an die Landböschung des Grabens ein, sodann werden sie 1 Fuss tief eingeschlagen. Der Neigungswinkel ist nothwendig, um den Wind abzuleiten, doch darf er nicht zu gross sein. An diesen Pfählen werden zunächst an der Seeseite in einer Höhe von 1, 3, und 5 Fuss über dem Boden (4, 6 und 8 Fuss vom untern Ende der Stange) Querstangen von mindestens 7 Fuss Länge befestigt, am besten mit starken Weidenruthen, in Ermangelung derselben mit Nägeln. Nun lehnt man so dicht wie möglich Buschwerk verschiedener Art, wo möglich grün und belaubt, an diese Stangen in einfacher Reihe. Die stärkeren Zweige kann man mit Weiden an die Stangen befestigen, die schwächeren bedürfen dessen nicht. Sobald das Fach von 6 Fuss Breite mit Buschwerk ausgefüllt ist, befestigt man an der Landseite zwei neue Stangen in 2 und 4 Fuss Bodenhöhe (5 und 7 Fuss von dem untern Pfahlende), wodurch das Buschwerk vollständig eingeschlossen wird. Nun wird der Graben so hoch wieder ausgefüllt, dass die Büsche 1 Fuss, die Pfähle 2 Fuss tief im Boden stecken, es wird also nach aussen noch ein kleiner Wall übrig bleiben. Die Büsche müssen, zum Theil wenigstens, lebend sein, damit der Zaun, einmal angelegt, sich selbst erhalte und verstärke. Am besten eignen sich dazu Weiden, namentlich Korbweiden (*Salix viminalis*, *purpurea*, *Smithiana*, *acuminata* u. a.); auch Erlenäste kann man beimischen und, wenn nicht Weiden genug vorhanden, Zweige von Eichen, Buchen, Tannen, Kiefern u. s. w. Zum Hemmen des Sandes müssen sie belaubt sein. Daher sind von nicht

fortlebenden Zweigen die der Eichen nächst dem Nadelholz am besten, weil das angewelkte Eichenlaub lange Zeit stehen bleibt.

Besteht der Zaun zum grössten Theil aus Weiden, so schlagen dieselben zum Theil Wurzel und treten sehr bald an die Stelle der abfaulenden Pfähle.

Der oben beschriebene Zaun hat, wie gesagt, keinen andern Zweck als die Beschützung der Vegetation. Hinter ihm kann diese sich ungestört fortentwickeln; der Wind entreisst nicht mehr die Wurzeln dem lockeren Erdreich. Der Sand wird vom Winde durch das Laub und die Ritzen des Zaunes hindurchgeführt. In Folge der Reibung am Zaun verliert der Sand seine Bewegung und fällt gleich dahinter zu Boden. Hier muss die Vegetation sich so energisch entwickeln, dass nach und nach der Zaun überflüssig wird. Hinter dem Zaun erhöht sich der Boden, wie man aus Vorstehendem ersieht; die Dünenpflanzen aber werden dadurch nicht beeinträchtigt; wenn man die richtige Auswahl getroffen hat, so schadet ihnen die Bedeckung mit Sand durchaus nicht; sie erheben sich beständig über denselben empor und hindern ihn, abermals weiter zu wandern.

Eine weitere Frage ist: Wo soll der Zaun angelegt werden?

Auch diese Frage, so leicht sie beantwortet wird, ist von grosser Wichtigkeit. Wir befolgen dabei das Princip: Man soll das Meer nicht in seinem Gebiet, sondern auf dem Lande angreifen. So sonderbar dies klingt, ist es hier doch unumgänglich. Die festesten Bollwerke im Bereich der Fluthwelle würden nicht soviel Erfolg haben als dieser einfache Zaun oberhalb der oberen Fluthmarken. Wo es dringend nöthig erscheint, wo nämlich das Meer oft verheerende Wirkungen auf den Strand ausübt, da kann der Schutz nur noch durch ein Bollwerk von der gleich auszuführenden Beschaffenheit geschützt werden. Auch dieses Bollwerk muss oberhalb der oberen Fluthmarke liegen, damit es nicht von der gewöhnlichen Fluth unterwaschen werden kann. Nur in diesem Fall wird es während einer Sturmfluth von ausserordentlichem Nutzen sein.

Das in solchen ausserordentlichen Fällen anzuwendende Schutzbollwerk besteht aus zwei Reihen sehr starker Pallisaden, welche, 6 Fuss tief in den Boden eingesenkt, 3 Fuss über denselben in einem Winkel von 3° emporragen. Die Pallisaden stehen in Abständen von etwa 6 Fuss. Die zweite Pallisadenreihe ist von der ersten um 2 Fuss entfernt, die Pallisaden stehen aber genau hinter denen der ersten Reihe. Beide Reihen sind durch starke Querbohlen verbunden, welche wiederum in Abständen von 3 Fuss durch kreuzweis befestigte Latten an einander geheftet sind. Die Bohlen bilden so gewissermassen einen Kasten, der, vom Wind nach und nach mit Sand ausgefüllt, dadurch noch mehr Festigkeit gewinnt

Ein solches Bollwerk wird aber selten, namentlich an der Küste des Festlandes fast nie, zum Schutz der Zäune nöthig sein.

Die Zäune selbst kann man noch wesentlich befestigen, wenn man in Abständen von 20—30 Schritten kurze Querzäune landeinwärts richtet, senkrecht an den Hauptzaun sich anschliessend. Wo die Lage vom Wind häufige und heftige Angriffe besorgen lässt, da kann man auch einen zweiten, schwächeren Zaun, dem ersten parallel, aufführen, mit dem ersten durch Querzäune verbunden.

Die Bepflanzung selbst soll derart sein, dass sie 1) den Sand vollkommen und für alle Zeit fesselt, 2) dadurch das Culturland schützt, 3) den Dünenboden dem Staate nutzbar macht.

Für den letztgenannten Zweck lässt sich ganz und gar nichts Anderes als Beforstung empfehlen. Jeder andere Culturboden, ausgenommen Forst und Wiesen, würden auf's Neue dem Winde die Macht verleihen, den Sand fortzuführen und die Cultur zu vernichten.

Die Bepflanzung geschieht nach folgendem Princip:

1) Man befestigt den Boden durch rasenbildende Pflanzen, deren Rhizome ihn durchkreuzen;

2) man schützt den vorhandenen Sand durch einen dichten Ueberzug von krautartigen Pflanzen, welche ihn rasch bedecken und vorläufig schützen;

3) man befestigt und schützt den Boden für die Zukunft durch strauchartige Gewächse, welche den auf's Neue herbeigeführten Sand fesseln;

4) man benutzt das so gewonnene Terrain durch Bepflanzung mit hochwüchsigen Gesträuchen;

5) im Schutz der Gesträuche und niedriger Bäume wird das Terrain durch Cultur vom Laub- und Nadelholz ausgebeutet.

Nr. 1. Als rasenbildende Pflanzen sind zu empfehlen:

Carex arenaria L., Sandsegge.
- *disticha L.*
- *hirta L.*
Ammophila arenaria Lk., Sandhafer.
Elymus arenarius L., Sandroggen.
Triticum junceum L., Sandweizen.
- *repens L.*, Quecke.
Festuca rubra L., Rother Schwingel

und verschiedene Gräser ohne Rhizombildung, um die Lücken auszufüllen.

Die angeführten Seggen finden sich fast in allen Sandgegenden, namentlich *Carex arenaria* in der Mark Brandenburg im Ueberfluss. Die übrigen Pflanzen kann man sich am Meeresstrande selbst verschaffen.

Es sind von allen die Rhizome selbst im Frühjahr anzupflanzen. Aussaat des Samens verspricht einen weit weniger sicheren Erfolg, weil dieser von der Versandung beträchtlichen Schaden leidet, ja ganz zu Grunde gehen kann. Man legt die Rhizome in Rillen, welche 6 Zoll tief kreuzweis gezogen werden, so dass sie etwa 4 Fuss breite Quarrés bilden. Die Pflanzung beginnt unmittelbar hinter den Zäunen und wird mindestens 20 Schritt weit landeinwärts fortgesetzt. Hier und da lässt man Zwischenräume für die Sträucher. Man pflanzt ohne Rücksicht auf die Unebenheiten des Bodens, welche sogar nicht geebnet werden dürfen.

Nr. 2. Als krautartige Pflanzen eignen sich folgende:

1. *Atriplex hastatum L.*, Spiessblattmelde.
2. - *latifolium L.*, Breitblattmelde.
3. - *littorale L.*, Strandmelde.
4. *Cakile maritima Scop.*, Strandviole.
5. *Halianthus peploides Fr.*
6. *Salsola kali L.*
7. *Sonchus oleraceus L.*, Saudistel.
8. - *arvensis L.*, Ackersaudistel.
9. - *asper L.*
10. *Obione pedunculata Moq.*
11. *Tussilago farfara L.*

Alle diese Pflanzen, besonders aber Nr. 4. 5. 6. 8. 10 und 11 sind von grosser Wichtigkeit, da sie als (meistens) Sommergewächse rasch eine dichte Decke bilden, welche während des ersten Sommers allen aufgehäuften Sand zurückhält.

Man verschafft sich den Samen auf den Dünen selbst, wo sie fast nie fehlen und säet ihn zwei Mal jährlich auf die oben beschriebenen Quarrés. Von hier breiten sie sich von selbst vor den Zäunen und Bollwerken aus, dem Meere neues Terrain abgewinnend. Die Aussaat wird bei eintretendem Regenwetter im März und August vorgenommen.

Ausser den genannten kann man noch anwenden:

Anthyllis vulneraria L., Wundklee.
Aster tripolium L., Strandsternblume.
Artemisia maritima L.
Brassica nigra Koch, Schwarzer Senf.
Cerastium triviale Lk. u. a. A.
Chenopodium album L., Gänsefuss (u. a. A.).
Cirsium arvense Scop., Ackerdistel.
Eryngium maritimum L.
Galeopsis versicolor Curt.
- *tetrahit L.*
Galium mollugo L.

Galium verum L.
Jasione montana L.
Pisum maritimum L.
Polygonum convolvulus L.
- *fagopyrum L.*, Buchweizen.
- *persicaria L.*, Knöterich u. a. A.
Rumex crispus L.
- *hydrolapathum Hds.* u. a. A.
Sedum acre L., Mauerpfeffer.
- *telephium L.*
Viola arenaria DC. und noch viele Andere.

Diese werden sich aber grösstentheils, als einheimisch von selbst einfinden, sobald ihnen Schutz gegen den Sturm geboten wird.

Nr. 3. Für die erste Anlage der Strauchvegetation ist der Seedorn *Hippophaë rhamnoides* das einzig werthvolle, aber auch völlig ausreichende Material.

Man kann sich diesen Strauch leicht verschaffen, denn er kommt nicht nur in den Kiesbetten der Alpenbäche, sondern auch an den mecklenburgischen und preussischen Ostseeküsten fast überall vor. Auch hier ist Aussaat unzureichend. Man muss, wo möglich bei Regenwetter, die Sträuche selbst, etwa in Abständen von 10 Fuss, verpflanzen. Man bedeckt sie noch etwas über den Wurzeln mit Sand, indem man sie etwas schräg in dazu vorbereitete Löcher setzt. Wo die Sträucher zu Grunde gehen, da müssen sie sofort erneut werden. In wenigen Jahren werden sie durch Selbstaussaat und Ausläuferbildung so dicht, dass man nach der ersten Anlage der übrigen Strandpflanzen nicht mehr bedarf.

Nr. 4. Sind die *Hippophaë*-Gebüsche glücklich fortgekommen, so kann man im Jahr nach der ersten Anlage mit der Anpflanzung hochwüchsiger Sträuche beginnen. Schon im ersten Jahr kann man zwischen die *Hippophaë*-Sträucher Weiden stecken. Es eignen sich dazu besonders die oben angeführten Korbweiden. Es lässt sich ferner der Teufelszwirn: *Lycium europaeum L.* hier passend verwenden, denn dieser Strauch widersteht allen Einflüssen der Witterung. Im zweiten Jahr pflanzt man Weiden, möglichst im Schutz der *Hippophaë*, und rückt mit dieser Anlage von Jahr zu Jahr weiter landeinwärts. Die Weiden müssen, namentlich im Anfang, kurz gehalten werden, um die Zweigbildung zu befördern, so dass ein fast undurchdringliches Gestrüpp entsteht. Zwischen den Weiden kann man Hollunder und Erlen, später auch andere Laubhölzer anbringen.

Nr. 5. Nach Ablauf von fünf Jahren wird man an den gefährdetsten Puncten, an geschützteren Orten schon nach zwei Jahren, zum Anbau von Kiefern, Birken und Buchen fortschreiten können. Diese Anlage ist

mit grosser Vorsicht in's Werk zu setzen. Man lässt die Weidenpflanzung nun etwas höher aufschiessen, namentlich in dem Theil, welcher am meisten landeinwärts liegt. Natürlich muss die Anlage sich nach der Terrainbeschaffenheit richten: Wo hohe Dünenketten vorhanden sind, da kann man sogleich hinter der ersten Kette mit Holzanbau beginnen. Bei freier Lage muss zwischen dem Zaun und der Holzanlage etwa 200 Schritt Zwischenraum bleiben. Dieser Zwischenraum, wie gross oder klein er sei, muss ganz und für alle Zeit mit Strauchvegetation bedeckt sein. Wollte man diese später entfernen, so würde der junge Forst den Einflüssen der Stürme nicht lange Stand halten.

Was die Auswahl des Holzes anlangt, so empfiehlt sich die Kiefer als rasch und leicht emporkommend auf dem so sterilen Boden; die Buche wird schwerer aufzuziehen sein, empfiehlt sich dagegen durch grössere Widerstandsfähigkeit dem Sturme gegenüber. Vielleicht erscheint demnach ein aus Kiefern und Birken gemischter Bestand für die Begrenzung der Forsten nach der Seeseite hin empfehlenswerth. Landeinwärts könnte man nach Belieben verfahren. Dass bei der ersten Anlage des Forstes alle diejenigen Vorsichtsmaassregeln in Anwendung zu bringen sind, welche man bei Forstanlagen auf sehr sterilem und exponirtem Terrain überhaupt anwendet, versteht sich von selbst und es wäre eine genaue Ausführung derselben hier nur eine Wiederholung bekannter Dinge.

Es braucht wohl kaum gesagt zu werden, dass die junge Anlage des sorgfältigsten Schutzes gegen Vieh und Menschen bedarf. Besonders müssen Kaninchen nicht geduldet werden. Wo sie vorhanden sind, da muss man sie auszurotten suchen. Hasen sind weniger schädlich. Den Möven und den hunderten anderer Vögel, welche gern in die Anlagen bauen und dort ihre Schlupfwinkel suchen werden, thut man wohl, allen Vorschub zu leisten, da sie keinen Schaden zufügen, gelegentlich Erwerbsquellen werden und einige derselben sich noch durch Verschleppung von Samen der Anlage nutzbar erweisen.

Die vorstehende Darstellung bezieht sich zunächst auf die Sandregion oder Geest. In der Marschgegend ist für die Befestigung des Landes die Bepflanzung theils weniger wichtig, theils ist sie weit leichter in's Werk zu setzen, daher schon mit grösserem oder geringerem Glück von den Landbewohnern ausgeübt worden.

Hier ist das Hauptprincip, die Salzwiesen Queller und Deiche mit solchen Pflanzen zu bevölkern, welche Salzboden lieben. Als solche nennen wir vorzugsweise:

Salicornia herbacea L.	*Triglochin maritimum L.*
Artemisia maritima L.	– *palustre L.*
Chenopodium maritimum Moq.	*Aster tripolium L.*
Statice limonium L.	*Armeria maritima Willd.*

Atriplex littoralis L.	*Plantago coronopus L.*
Bupleurum tenuissimum L.	- *maritima L.*
Juncus bufonius L.	*Radiola linoides Gm.*
- *compressus Jacq.*	*Scirpus lacustris L.*
- *conglomeratus L.*	- *maritimus L.*
- *lamprocarpus Ehrh.*	*Spergularia media Gcke.*
Obione podunculata Moq.	- *marina Gcke.*

Diese Pflanzen, welche sich überall auf den Watten ansiedeln, befestigen den Boden im Bereich der Einwirkung des Salzes, während man oberhalb der höchsten Fluthmarke die früher erwähnten Pflanzen in Anwendung bringen kann.

Auch auf den Marschen empfiehlt sich die Anlage von Holzgewächsen, leider wird aber diese Maassregel bis jetzt fast nirgends befolgt. Wenn man gleich hinter dem Deich mit Anpflanzung von Weiden und Erlen begönne, so würde man bald genug die Deichbrüche seltener machen und, wenn sie ja noch vorkämen, würde doch der durch sie verursachte Schaden unbedeutender sein. Eigentliche Forsten dürften hinter der Erlenanpflanzung von ungemeinem Nutzen sein, doch müsste man dafür Eichen wählen, denen der Marschboden zusagt, während Buchen und Nadelhölzer sich nicht für denselben eignen. Will man bei der Anwendung auf einem Gute nicht bis zur Bewaldung vorschreiten, so dürfte sich die Fesselung des Sandes durch Buschwerk empfehlen, doch müsste man, wenigstens im Anfang, zwischen den urbar gemachten Aeckern noch schmale Striche mit dem Gesträuch bedeckt halten. Natürlich kann man nach dem Ausroden der Büsche noch eine Gründüngung mit der Lupine und anderen saftigen Sandpflanzen vornehmen, bevor man zur Cultur selbst fortschreitet.

Zweites Buch.

Krankheiten, entspringend aus dem Verhältniss der Pflanzen zu den Organismen.

Abschnitt III.

Krankheiten, hervorgerufen durch den Einfluss der Pflanzen.

Kapitel 7.

Erkrankungen durch Einfluss der Unkräuter und Epiphyten.

Die Unkräuter und Epiphyten wirken nur durch Druck, Lichtentziehung und Beeinträchtigung der Nahrung auf Culturpflanzen ein im Kampf um das Leben, welchen sämmtliche Gewächse der Erde mit einander führen. Die durch sie hervorgerufenen Erkrankungen beschränken sich daher auch fast ganz auf Schwächungen, Atrophie und Hemmungen in der Entwickelung. Es ist hier indessen durchaus nicht zu übersehen, dass die Unkräuter unter Umständen auch Nutzen bringen können. Ganz einseitige Pflanzenbestände, wie z. B. der Getreidebau, gewähren dem Boden keinen Schutz gegen die Austrocknung und machen ihn dadurch zum Steppenboden. Beim Getreide hat man bis jetzt kein Mittel gefunden, diesem Uebelstand abzuhelfen, doch möchte es wohl der Mühe lohnen, eine Aussaat sehr niedriger Kräuter, so z. B. der kleinen *Veronica*-Arten, mancher *Alsineen*, der *Anagallis* und anderer durch Mischung des Saatgetreides mit den Samen jener Pflänzchen vorzunehmen. Es würde das den Boden vor Dürre bewahren und zugleich die so lästigen hochwüchsigen Unkräuter ersticken, wie wir glauben, nur zum Vortheil des Getreides. Noch nachtheiliger würde es wirken, wollte man eine Wiese so rein halten, dass sie nur aus einigen wenigen oder gar nur aus Einer

Grasart bestände. Man liebt hier die Mischung verschiedener Gräser mit niedrigen Kräutern, weil dadurch der Boden erst zum Wiesenboden wird. Nur im Walde liebt man reine Bestände, obgleich erfahrene Forstleute versichern, dass das trotz alles Vortheils auf der einen Seite nicht ohne Nachtheil auf der anderen sei.

Auf den Wiesen wie auf allem Ackerboden wird man hochwüchsige, schattende Unkräuter zu vermeiden und auszurotten suchen. So sind im Kanton Appenzell mehre Alpen durch Ausrodung von *Gentiana lutea L.* und *Veratrum* von Seiten der Wurzelgräber für den officinellen Gebrauch bedeutend verbessert worden.

Wo man Deckfrüchte baut, da können auch diese als Unterdrücker der Schützlinge auftreten. So leidet der Klee sehr leicht durch die Deckfrucht, namentlich durch breitwürfigen Weizen und Hülsenfrüchte. Er wird vollständig chlorotisch wie Runkelrüben u. a. Gewächse durch das Unkraut. Drillweizen, Gerste und Roggen, weniger Hafer, empfiehlt Kühn als Deckfrüchte.

Sämmtliche Unkräuter kann man nach der Form des von ihnen angerichteten Schadens in zwei Gruppen sondern: entweder nämlich schaden sie bloss durch Beschattung und Aussaugung des Bodens oder durch directe Belästigung der Culturpflanzen.

Auf Aeckern sind besonders lästig: die Disteln, namentlich *Cirsium arvense L.* und *C. lanceolatum L.*, die Saudistel: *Sonchus arvensis L.* und die anderen Arten: *S. asper L.* und *S. oleraceus L.*, unter den Gräsern vor allem die Quecke: *Triticum repens L.*, auch der Taumelloch: *Lolium temulentum L.* und der gemeine Lolch: *L. perenne L.*, den man schon des Mutterkorns wegen in der Nähe der Getreidefelder niemals dulden sollte, der Windhalm: *Apera spica venti P. B.* in Sandgegenden, sämmtliche *Agrostis* und *Setaria*-Arten und viele andere, für Haferfelder noch besonders der wilde Hafer: *Avena fatua L.* und *Av. strigosa L.*, ferner viele *Caryophylleen*: die Kornrade: *Agrostemma githago L.*, der Spark: *Spergula arvensis L.* u. a., unter den *Ranunculaceen* besonders *Ranunculus arvensis L.* und *Adonis aestivalis L.*, *Ad. autumnalis L.* und *Ad. flammea Jacq.*, obgleich diese 4 Pflanzen vielleicht ihres grösseren Nutzens wegen zu dulden sind, ferner die Mohnarten, vor allen der Klatschmohn: *Papaver rhoeas L.* so wie sein gewöhnlicher Begleiter aus der Familie der *Compositen*: die vielbesungene Kornblume: *Centaurea cyanus L.*, viele *Labiaten* wie z. B. die Arten von *Galeopsis* und *Stachys palustris L.*, einige *Scrophularineen*, besonders der Feld-Wachtelweizen: *Melampyrum arvense L.*, ein ebenso schönes als lästiges Unkraut; weniger vielleicht der Feld-Augentrost: *Euphrasia odontites L.*, ferner zahlreiche Kreuzblumen, besonders sämmtliche Arten von *Sinapis*, *Brassica* und *Raphanistrum*, unter denen als die gefährlichsten der schwarze Senf: *Brassica*

nigra K., der wilde Senf: *Sinapis arvensis L.*, der weisse Senf: *Sinapis alba L.*, und der Hederich: *Raphanus raphanistrum L.* (*Raphanistrum segetum Rchb.*) zu betrachten sind. Von geringerer Bedeutung ist: *Neslia paniculata Desv.*, die Arten von *Rapistrum DC.* und andere.

Die vorstehenden Unkräuter mögen als Beispiele genügen. Ein tüchtiger Gärtner, Landwirth oder Forstmann muss natürlich alle Unkräuter, ja die ganze Flora seiner Heimath aus botanischem Unterricht kennen.

Für die Vernichtung der Unkräuter giebt es nichts Besseres, als Ausrodung, denn jede den Boden vergiftende Maassregel stört oder vernichtet auch die Culturpflanzen.

Die Maassregeln müssen sich jedoch streng nach der Lebensweise des Unkrauts richten. Für alle diejenigen Unkräuter, welche unterirdische Rhizome bilden, wie die Quecke, der Duvoc: *Equisetum vulgare L.*, seltener auf sandigem Waldboden *Eq. silvaticum L.*, die Sand-Riedgräser: *Carex arenaria L.*, u. a. reicht das sorgfältigste Jäten nicht aus, sondern es ist vor allen Dingen eine möglichst tiefe Bearbeitung des Bodes, wo möglich Rajolen zu empfehlen, wobei man vor allen Dingen dafür sorgen muss, dass die Ackerkrume möglichst tief untergebracht werde, sonst ist alle aufgewendete Mühe vergebens.

Pflanzen sich aber die Unkräuter durch Samen fort, so versteht es sich wohl von selbst, dass man sie möglichst früh, nicht nur vor dem Fruchtansatz, sondern vor der Blüthenbildung jäten muss.

Es ist wahrhaft kindisch und unverantwortlich gegen sich und die Nachbarn, wenn manche thüringische Oekonomen und Bauern die lästigsten Feldunkräuter so lange stehen lassen, bis der Same überreif ausfällt, gleichsam als wollte man so seltene Pflanzen wie die Ackerdisteln nicht von der Erde verschwinden lassen. Wird aber ein solches dicht mit Ackerdisteln besetztes Feld, wie ich es im vorigen Jahre in der Nähe von Jena sehen musste, im Zustand der Reife mit der Sense abgemäht, damit ja die mittelst ihrer Federkelche umherfliegenden Früchte recht weit verbreitet werden, so kommt man in der That zu dem Wunsch, die Orts- und Landespolizei möge gegen solches Tollhausgebahren durch strenge Bestrafung einschreiten. Es versteht sich von selbst, dass, wenn einmal eine derartige Pflanze soweit gediehen ist, man nur durch vorsichtiges Abbrennen des ganzen Feldes die noch nicht ausgefallenen Körner vernichten kann.

Auf der Insel Helgoland bedeckt der schwarze Senf alle Kartoffel- und Gemüsefelder in einem dichten Ueberzuge; man hört beständige Klagen über die Lästigkeit dieses Unkrauts ohne die geringsten Versuche der oft genug unthätigen Insulaner zur Abhülfe; höchstens wird im Herbst das Kraut abgeschnitten und der noch darin zurückgebliebene Same zu häuslichem Gebrauch ausgeklopft.

In ein wesentlich anderes Verhältniss zu den Culturpflanzen treten die schlingenden und rankenden Unkräuter.

Diese winden sich um die Culturpflanzen herum, schlingen ihre Triebe zusammen, so dass sie gar nicht oder nur krüppelhaft sich entwickeln können und zerren durch ihre Last die Pflanzen zu Boden.

In erster Linie ist hier für unsere Gegenden die Ackerwinde: *Convolvulus arvensis L.* zu nennen, welche sich ungemein rasch durch Rhizome und Samen fortpflanzt und auf Getreidefeldern unsäglichen Schaden anrichtet, indem sie an den Halmen emporklettert, dieselben zu Boden wirft und auf diese Weise ganze Felder zur Lagerung bringt. Es lässt sich hier gar nichts ausrichten als durch tiefe Umarbeitung des ganzen Ackers. Alle Jätversuche bleiben von geringer Wirkung. Auch die Erdnuss: *Lathyrus tuberosus L.* kann durch Umschlingung der Halme sehr lästig werden und erfordert die nämliche Vernichtungsmassregel. Dass bei allen Unkräutern auf Reinheit des Saatgetreides, Reinigung desselben durch verschieden kalibrirte Siebe u. s. w. Rücksicht genommen werden muss, brauchen wir nicht hervorzuheben. Selbst die Wicken, besonders *Vicia cracca L.*, ferner *Ervum hirsutum L.*, *E. tetraspermum L.* und *E. monanthos L.* können höchst unangenehm überhand nehmen; doch lässt sich gegen diese durch sorgfältiges Jäten mit Erfolg zu Felde ziehen.

Eine ähnliche Rolle spielt auf Wiesen die Felderbse: *Lathyrus arvensis L.*, die man nicht darf umsichgreifen lassen, da sie die Halme der Gräser umschlingt und erstickt. In Zäunen und Gebüschen ist bisweilen die Zaunwinde: *Convolvulus sepium L.* schädlich, verderblicher jedoch der wilde Hopfen: *Humulus lupulus L.*, von geringer Bedeutung dagegen der Bittersüss: *Solanum dulcamara L.* Es lässt sich bei einiger Sorgsamkeit, an der es freilich leider so oft fehlt, diesen Schlinggewächsen leicht Einhalt thun. Zu nennen sind hier auch die Waldrebe; *Clematis vitalba L.*, der Jelängerjelieber: *Lonicera periclymenum L.* und der Epheu: *Hedera helix L.*, der aber spontan nur in Süddeutschland häufig die Bäume beklettert und unterdrückt; indessen weiss ich doch auch in Norddeutschland einzelne Beispiele, so in den Forsten um Hamburg.

Die echten Epiphyten, welche auf Pflanzen wachsen, ohne sich von denselben zu nähren, kommen für die nördliche gemässigte Zone nur höchst unbedeutend in Betracht.

Fast alle Flechten gehören hierher, denn sie scheinen äusserst selten oder nie den Pflanzen direct wesentliche Bestandtheile ihrer Nahrung zu entziehen; sie gehören also nicht zu den Schmarotzern. Schaden können die Flechten z. B. auf Obstbäumen durch die von ihnen gefesselte Feuchtigkeit, durch die sie sehr bald auch einer Moosdecke Raum schaffen. Aus diesem Grunde entfernt man sie durch vorsichtiges Abkratzen und Kalkanstrich der Bäume. Sind die Bäume übrigens gesund und nament-

lich unverwundet, so schadet ihnen selbst eine dicke Moosdecke nicht, sondern wirkt nützlich durch die Zufuhr der Feuchtigkeit. Nur Schnittwunden, Frostrisse u. s. w. geben Anlass zur Fäulniss durch Vermittelung der Flechten und Moose. Die Moose und Lebermoose können wir auch als Unkräuter auffassen, da sie in feuchten Landstrichen, besonders auf schwerem Boden, oft ganze Landstriche bedecken. Hier müssen sie durch Bearbeitung des Bodens und Auflockerung und gehörige Mischung desselben entfernt werden. Nicht minder sorgsam muss man bei Topfgewächsen durch Vorsicht beim Begiessen, zweckmässige Auswahl des Bodens und häufiges Umtopfen auf ihre Fernhaltung bedacht sein, da sie sich leichter vermeiden, als, einmal angesiedelt, durch Abkratzen auf die Dauer entfernen lassen.

Phanerogamische Epiphyten haben bei uns fast gar keine Bedeutung. Wenn sich auf unseren Waldbäumen bisweilen spontan, auf den Wiesenbäumen infolge des Schnittes und der daraus entspringenden Fäulniss und Aushöhlung der Stämme, so namentlich bei den Weiden, allerhand Kräuter und Sträucher wie: Stachelbeeren, Johannisbeeren, Loniceren, Pfaffenhütchen, Erlen, Haselnüsse; ferner: *Galeopsis*, Alsineen u. v. a. auf den hohlen Köpfen einnisten, so ist das unvermeidliche Folge der Culturmethode und von unbedeutendem Schaden.

Auf den Jenaischen Wiesen habe ich das Hervorwachsen grosser Erlenstämme aus hohlen Weiden häufig gesehen, eine Erscheinung, die in tropischen Gegenden weit auffallender bei manchen Bäumen vorkommt, wie denn Moquin-Tandon über eine *Clusia* berichtet, in deren Innerem man beim Zersägen den Stamm eines Mahagony-Baumes (*Swietenia*) fand. Dort, in den Wäldern Brasiliens z. B. werden epiphytische und schlingende Pflanzen leicht zu wahren Unterdrückern der Bäume, wenn sie als Lianen von Ast zu Ast, von Baum zu Baum sich schlingen und klettern.

Kapitel 8.

Krankheiten, hervorgerufen durch pflanzliche Parasiten.

Die hier abzuhandelnden Krankheiten gehören bei Weitem zu den wichtigsten phytopathologischen Erscheinungen, daher haben sie denn auch seit langer Zeit die Aufmerksamkeit der Gelehrten rege gemacht und schon früh Bearbeitung gefunden.

Wollen wir bestimmte Namen nennen, um kurz den Gang der hier-

her gehörenden Entdeckungen zu bezeichnen, so haben wir vor Allen MEYEN als denjenigen zu erwähnen, welcher zuerst in voller Klarheit die parasitische Natur so vieler Pilze und die pflanzliche Natur so vieler exanthematischen Krankheiten nachwies. Wenn auch Manche gleichzeitig mit ihm ähnliche Ziele im Einzelnen verfolgten, so gebührt doch ihm der Ruhm des nach den verschiedensten Richtungen auf diesem Felde thätigen Entdeckers.

UNGER machte im Einzelnen bedeutende Fortschritte und hatte durch sein für die damalige Zeit vortreffliches Werk[1], welches trotz vieler Mängel bahnbrechend wirkte, MEYEN energisch vorgearbeitet.

Die Aufdeckung der Entwickelungsgeschichte und Lebensweise einer grossen Anzahl von parasitischen Pilzen ist dagegen nächst TULASNE DE BARY's Verdienst, welcher nicht nur schon früh die von ihm angestellten Untersuchungen über die Brandpilze zusammenfasste, sondern bis in die neueste Zeit unablässig auf diesem Gebiete thätig war.

Die Verdienste zahlreicher anderer Forscher hervorzuheben, werden wir im Folgenden hinreichend Gelegenheit finden.

Zunächst handelt es sich für uns um den Begriff der Parasiten. Parasit im eigentlichen Sinn ist jeder Organismus, der auf einem anderen Organismus von dessen Lebenssäften ernährt wird. Man unterscheidet also Epiphyten und pflanzliche Parasiten. Epiphyten sind blosse Ansiedler auf einer Pflanze, Parasiten dagegen nur solche, die auf Kosten der Pflanze leben. Die Moose und Flechten sind zum Theil Epiphyten; dass es aber unter ihnen oder selbst unter den Algen echte Parasiten gebe, ist bis jetzt unerwiesen; dagegen sind fast alle Pilze echte Parasiten.

Aber der Parasitismus hat sehr verschiedene Grade. Es giebt Pilze, die nur von den Zersetzungsproducten abgestorbener Pflanzentheile leben. Strenge genommen dürfte man diese nicht zu den Parasiten zählen; indessen werden wir leicht sehen, dass sich zwischen solchen Pilzen wie z. B. Gährungspilzen und Schimmelpilzen auf der einen und echt parasitischen Pilzen auf der andern Seite gar keine Grenze ziehen lässt.

Diese Behauptung stützt sich auf zwei ganz verschiedene Gruppen von Thatsachen.

Erstlich nämlich sind die Hefebildungen, ja selbst die Schimmelbildungen keineswegs ausschliesslich einigen wenigen Pilzen zuzuschreiben, so dass man eine Gruppe der Hefepilze und eine Gruppe der Schimmelpilze aufstellen könnte; sondern Hefebildungen und Schimmelbildungen entsprechen bestimmten Gliedern in der Entwickelungsgeschichte höher entwickelter Pilze. Für die Hefebildungen steht es fest, dass unter ihnen bis jetzt nicht selbstständige Organismen aufgefunden wurden,

1) F. UNGER, Die Exantheme der Pflanzen. Wien, 1833.

sondern dass sie, soweit bekannt, sämmtlich Vegetationsformen verschiedener Pilze sind. Schimmelpilze, d. h. solche Pilze, welche vorzugsweise als Schimmel und Hefe auftreten, giebt es vielleicht, doch ist die Mykologie noch auf viel zu kindlicher Stufe, als dass wir z. B. vom Pinselschimmel behaupten könnten, er besitze keine höheren Entwickelungsformen als die uns bekannten.

Indessen interessirt uns hier mehr die Form, in welcher die Parasiten in das Pflanzenleben eingreifen als die systematische Stellung derselben und aus diesem Grunde halten wir uns für berechtigt, die Trennung der Hefebildungen, Schimmelbildungen und des verwickelteren Parasitismus vorzunehmen.

Da die Hefe- und Schimmelbildungen indessen selten getrennt in der Pflanzenwelt auftreten, so können wir nicht vermeiden, beide im Zusammenhang darzustellen. So ergeben sich uns drei Aufgaben:

Untersuchung der Hefe- und Schimmelbildungen, Untersuchung der parasitischen Pilze, Untersuchung der phanerogamischen Parasiten.

I. Schimmel und Hefe im Allgemeinen.

Es ist unmöglich, über die Schimmel- und Hefebildungen sich klare Begriffe zu bilden, ohne Kenntniss der dabei stattfindenden chemischen Vorgänge; daher haben wir diese zuerst zu beleuchten.

Die hier zu besprechenden Erscheinungen bezeichnet der Empiriker mit den Worten:

Geistige Gährung, saure Gährung, Schleimgährung, Fäulniss, Verwesung und Vermoderung[1].

Sehen wir zunächst, inwieweit wir diese bis jetzt chemisch zu unterscheiden vermögen.

Seit langer Zeit betrachtet man die Gährung als eine rasche Zersetzung eines organischen Körpers durch Vermittelung eines sogenannten Ferments oder Gährungserregers, d. h. einer in der Umsetzung begriffenen organischen Substanz. Man stellte sich die Wirkung dieser Fermente gewissermassen als eine auslösende vor, als eine Contactwirkung. Ist das der Fall, so muss es natürlich gleichgültig sein, ob das Ferment ein lebender Organismus ist oder ob es als formlose Masse auftritt: Die Wirkung ist in diesem Fall eine rein chemische. Für zahlreiche Fälle ist nun einerseits von Pasteur, andrerseits durch meine Arbeiten nachgewiesen, dass die Gährung ohne Zutritt von Organismen nicht eintrit und dass diese nicht als Fermente, wie man sie sich früher vorstellte, sondern als Organismen: nicht durch Contactwirkung im Sinne der Che-

1 Man unterscheidet noch: Verrottung, Ranzigwerden, Farbstoffbildung, Spaltung, Umsetzung u. s. w.

miker, sondern durch den Lebensprocess und die Fortpflanzung jener Organismen wirksam sind.

Es ist also der Beweis zu führen, dass auch ohne Vermittelung von Organismen eine Gährung eintreten kann. Gelingt dieser, so haben wir zwei verschiedene Formen der Gährung: Gährung durch Fermente und Gährung durch Organismen zu unterscheiden.

Abgesehen von den Fermenten unterscheidet man noch: Umsetzungen d. h. Entmischungen ohne Gasentwickelung, Gährungen im engeren Sinne oder Entmischungen mit Gasentwickelung und von diesen werden im allgemeinsten Sinne diejenigen als Fäulniss aufgefasst, welche mit Entwickelung übelriechender Gase, namentlich Schwefelwasserstoff, verbunden sind.

Versuchen wir nun zuerst chemisch, darauf im Zusammenhang mit den Veränderungen der Organismen, die Gährungsvorgänge zu beleuchten.

A. Chemische Vorgänge bei der Gährung.

Oxydation und Desoxydation sind die beiden Vorgänge, welche man bei den Gährungserscheinungen zu unterscheiden hat. Die gährende Substanz zerlegt das Wasser in seine Elemente, wovon der Wasserstoff entweder entweicht oder Verbindungen mit dem gährenden Körper eingeht, von dem ein anderer Theil durch den Sauerstoff des Wassers oxydirt wird. Es bilden sich also in der gährenden Substanz sauerstoffreichere und sauerstoffärmere Verbindungen.

Die folgenden Entmischungen[1]) sind die wichtigsten:

1) Umsetzungen: Bildung von Milchsäure ($C^6 H^6 O^6$) aus Zucker $C^{12} H^{12} O^{12}$) bei Gegenwart von Käse, Wasser und Kreide; Bildung von Zucker aus Stärkmehl bei Gegenwart von Diastase oder Speichel; Bildung von Pektinsäuren aus Pektose und Pektin bei Gegenwart von Pektase[2]).

2) Gährungen *sensu stricto*: Alkoholische Gährung (geistige Gährung), d. h. Bildung von Alkohol und Kohlensäure aus Zuckerlösung durch Hefe: $C^{12} H^{12} O^{12} = 2 (C^4 H^6 O^2 + C^2 O^4)$; Buttersäuregährung, d. h. Bildung von Buttersäure, Kohlensäure und Wasserstoffgas aus Milchzucker oder Milchsäure bei Gegenwart von Käse, Kreide und Wasser: $C^{12} H^{12} O^{12} = C^8 H^8 O^4 + 4H + 2C^2 O^4$; Bernsteinsäuregährung, d. h. Bildung von Bernsteinsäure aus Apfelsäure, fumarsauren, aconitsauren und asparaginsauren Alkalien bei Gegenwart von Käse,

1) Vgl. H. LUDWIG und E. HALLIER, Lehrbuch der Pharmazie. Mainz 1866.

2) Wir sagen nicht: durch Pektase, durch Diastase und durch Käse aus einem Grunde, der durch unsere eigenen Untersuchungen gerechtfertigt wird.

Kreide und Wasser: $4 (C^8 H^4 O^8) + 2 HO = 3 (C^8 H^4 O^6) + 6 H + 4 C^2 O^4$.

3) **Fäulniss.** Unter diesem Namen werden offenbar zahllose und zum Theil sehr complicirte Zersetzungen zusammengefasst, die wir nur zum allerkleinsten Theil kennen. Wir heben hervor: Harnstoffzersetzung, d. h. Bildung von kohlensaurem Ammoniak bei Gegenwart von Wasser und Blasenschleim: $C^2 H^4 N^2 O^2 + {}_4 HO = {}_2 H^4 NO, C^2 O^4$. Leucinzersetzung, d. h. Bildung von Valeriansäure, Kohlensäure, Ammoniak und Wasserstoffgas aus Leucin bei Gegenwart von Fibrin und Wasser: $C^{12} H^{13} NO^4 + 4 HO = C^{10} H^{10} O^4 + C^2 O^4 + H^3 N + 4 H$.

Fäulniss[1], Vermoderung und Verwesung, welche vom Laien oft mit einander verwechselt werden, sind chemisch ganz verschiedene Vorgänge.

Die Humification oder Vermoderung ist eine langsame Zersetzung organischer Substanzen bei schwachem Luftzutritt unter Bildung von dunklen, kohlenstoffreichen Körpern, Kohlenoxydgas, Sumpfgas, Ammoniak und Wasser. Das Endziel dieses Processes, der bei der Humusbildung im Boden, bei der Bildung von Torf und Braunkohle, ja selbst der Steinkohle, bei der Bildung mancher Pflanzenfarbstoffe so z. B. im Holz eine Rolle spielt, ist wohl eine gänzliche Verkohlung der organischen Substanz. Dieser Process trifft stickstoffarme Substanzen, während die Fäulniss nur bei hohem Stickstoffgehalt vorkommt. Sonst haben beide Vorgänge viel Aehnliches mit einander.

Ihnen entgegengesetzt ist die Verwesung. Sie ist ein Oxydationsprocess, bedarf daher ungehinderten Luftzutritts und bildet als Endproducte hoch oxydirte Substanzen, namentlich Kohlensäure, Wasser und salpetersaure Salze, ja Salpetersäure in freiem Zustand. Es gehört hieher die Zersetzung frei an der Luft liegender Organismen, das Verharzen ätherischer Oele, das Ranzigwerden fetter Oele, die Essigbildung, die Bildung kohlensaurer Salze in Lösungen oxalsaurer Alkalien u. s. w.

Von der Zersetzung des Amygdalins durch Emulsin (Synaptase und des myrosauren Kali's durch Myrosin müssen wir hier absehen, da diese Stoffe bisher nur chemische Untersuchung gefunden haben. Ebenso sollen die Fermente der Verdauungsflüssigkeiten im menschlichen und thierischen Körper hier ausgeschlossen werden, da wir uns über diese anderen Ortes ausführlich ausgesprochen haben[2].

Ich habe meine Ansichten über die Gährungserscheinungen, welche hier nur in aller Kürze mitgetheilt werden können, in neuester Zeit in

1 Man spricht auch von Verrottung, d. h. Zerfallen organischer Gewebe in ihre Gewebebestandtheile; doch ist dieser Vorgang wohl wenig gründlich untersucht worden.

2 Vrgl. darüber: LUDWIG und HALLIER, Pharmazie III. p. 625. LEHMANN's physiologische Chemie.

einer besonderen kleinen Schrift ausführlich dargestellt und muss für die vollständige Begründung auf diese verweisen[1].

Es hat sich mir überall, wo ich exacte und sorgfältige Versuche einleitete, das Resultat ergeben, dass die Gährungen von besonderen Formen von Pilzen, Algen, Infusorien und Vibrionen eingeleitet werden und zwar so, dass jeder Gährungsform eine bestimmte Pilzform entspricht; dass aber einer und derselbe Pilz sich den verschiedenen Gährungen so vollständig accommodirt, dass er alle Hefeformen hervorbringen kann je nach der Zusammensetzung der gährungsfähigen Substanz. Darin besteht das Geheimniss der Hefevegetation.

Ueber diese Gährungsformen sei zunächst noch Folgendes bemerkt. Bei der geistigen Gährung wird nach gewöhnlicher Ausdrucksweise der Zucker in Alkohol und Kohlensäure zerlegt. Damit sind aber einerseits nur die Endproducte des Processes genannt ohne Rücksicht auf die Hefebildung und die Zwischenstufen, welche vielleicht vorhanden sind. Andererseits geschieht aber bei dem Gährungsprocess der geistigen Getränke noch mehr: Es wird zuletzt selbst die *Cellulose* gelöst und zerlegt. In der Regel geschieht das freilich bei der Keimnng durch Vermittlung der *Diastase*, bei der sogenannten Meischebildung, welche die später einzuleitende Gährung wesentlich abkürzt.

Im Käse wirkt als Ferment nur die darin enthaltene Hefe, so bei der Milchsäure- und Buttersäure-Gährung; die übrige stickstoffhaltige Substanz, der Käsestoff (*Leucin*) selbst, wirkt nur als Nahrungsmittel der Hefe.

Der Kreidezusatz bindet die freie Säure und unterstützt dadurch indirect die Gährung, weil ein grosses Säurequantum die Organismen hemmt. In der *Diastase* bei der Keimung ist ebenfalls kein bloss chemisch wirkendes Ferment thätig. Die *Diastase* selbst wirkt nur als Nahrung des Organismus, in diesem Falle der Zellen des Keimlings. Das Plasma dieser Zellen, seine Plasmakerne, sind der Gährungserreger. Die Speicheldiastase wirkt als Nahrung der Leptothrix-Ketten des Speichels, welche Stärke in Zucker umsetzen. Gekochter Speichel hat auf Stärke ebenso wenig Einfluss wie das Secret der Speicheldrüsen allein im frischen Zustand. Nur mit dem Mundschleim vermischt, wirkt der Speichel, d. h. er wirkt nur durch die im Munde bafindlichen Hefezellen zersetzend ein.

Fäulniss ist nur möglich durch Einwirkung von Pilzen. Man bezeichnet als Fäulniss jede Zersetzung organischer Materien, wobei riechende Gase, namentlich Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Phosphor-

---

1) Gährungserscheinungen, Untersuchungen über Gährung, Fäulniss und Verwesung, mit Berücksichtigung der Miasmen und Contagien so wie der Desinfection. Von Ernst Hallier, Leipzig, 1867.

wasserstoff u. a. entwickelt werden. Die Fäulniss besteht in der allmählichen Reduction complexer Verbindungen zu einfacheren, zuletzt zu Wasserstoff, Ammoniak, Kohlenwasserstoffverbindungen u. s. w.

Als Reductionsprocess steht die Fäulniss in directem Gegensatz zur Verwesung, welche in einer langsamen Oxydation besteht. Es geht bei der Verwesung genau dasselbe vor, wie bei der Verbrennung, nur langsamer. Der Fäulniss entspricht also die geistige Gährung, der Verwesung dagegen die Essigsäuregährung. Ammoniak und Alkohol sind im Verhältniss zu den Verbindungen, aus denen sie hervorgingen, sauerstoffarm; dagegen sind Kohlensäure, Salpetersäure, Essigsäure u. s. w., die Producte der Verwesung, sämmtlich hochoxydirte Verbindungen.

Der Zersetzungsprocess der organischen Substanzen im Wasser, so z. B. in Sümpfen, ist Fäulniss und Verwesung zugleich: Der Boden des Sumpfes fault; wo aber die Vegetabilien mit der Luft in Berührung treten, da verwesen sie. Bei der Humification sind kohlenstoffreiche Verbindungen, ja zuletzt reiner Kohlenstoff und Wasser die Endproducte. Bei Fäulniss und Verwesung entstehen als Zwischenstufen aus kohlenstoffreichen Pflanzentheilen die sogenannten Humuskörper, als Quellsäure, Quellsatzsäure, Huminsäure, Geïnsäure, Ulminsäure etc. Diese Säuren, welche sich besonders auf nassem Boden, aber selbst bei Topfculturen ausbilden, sind zum Theil Pflanzengifte und üben daher sehr nachtheiligen, ja auf manche Gewächse zerstörenden Einfluss. So entstehen die sogenannten sauren Wiesen, welche nur Sauergräser und andere Sumpfgewächse hervorbringen.

Fäulniss, Verwesung, wie überhaupt alle bekannten Gährungsprocesse werden durch Organismen eingeleitet, welche grösstentheils zu den Pilzen, kleinerentheils zu einer noch sehr ungenügend bekannten Gruppe von Organismen gehören, die entweder den niedrigsten Thieren oder den niedrigsten Pflanzen anzureihen ist. Die Pilze reichen aber auf alle Fälle aus, um sämmtliche Gährungsprocesse einzuleiten und zwar giebt es mehre Pilze, die alle möglichen Hefe- und Schimmelformen hervorbringen können.

Im Allgemeinen entspricht der Schimmel stets der Verwesung und man kann alle Pilze als Verwesungserreger ansehen. Dieselben Pilze rufen aber durch Hefebildung auch Gährungen verschiedener Art hervor, daher hat die Eintheilung in Parasiten und Saprophyten keinen Sinn.

B. Morphologie der hefebildenden Organismen.

Zunächst haben wir hier die Pilze im Auge. Schon 1722 erblickte Anton von Leeuwenhoek die Hefezellchen durch das Mikroskop. Im Jahre 1855 erkannte Cagniard de Latour die Fortpflanzungsfähigkeit der Hefezellen und den Zusammenhang zwischen Hefebildung und gei-

stiger Gährung. SCHWANN zeigte, im Einverständniss damit, dass die Hefe aus der Luft in die gährende Substanz gerathe und durch hohe Wärmegrade zerstörbar sei. Die erste genaue Untersuchung und Abbildung der Hefezellen lieferte SCHLEIDEN (1845). Er fand auch die Elemente derselben, die kleinen Leptothrix-Körnchen, d. h. Inhaltskerne der Hefezellen; nur erklärte er sie falsch in Folge der geringeren Leistungsfähigkeit der damaligen Mikroskope. LIEBIG brachte die Lehre von der Contactwirkung auf und griff daher hemmend in die Entwickelung der Kenntnisse von der Gährung ein. PASTEUR (1856) kehrte zur Ansicht von CAGNIARD DE LATOUR zurück, die er seitdem durch zahlreiche scharfsinnige Versuche als richtig erwiesen hat. Für die Erkenntniss der Formen der Gährung erzeugenden Organismen war in Deutschland hauptsächlich H. HOFFMANN thätig. Die Morphologie der Hefebildung vollständig aufgedeckt und dadurch eine morphologische Theorie der Hefebildung begründet zu haben, darf ich für die Pilze als mein Werk ansehen.

Der Chemismus der Hefe hat natürlich nur relativen und überhaupt sehr geringen Werth. Bemerkenswerth ist der grosse Gehalt an Proteinsubstanzen (63 % bei 29 % *Cellulose*, 6 % Asche und 2 % Fette nach PAYEN), der übrigens ganz den Pilzzellen gemäss ist. Ebenfalls bemerkenswerth ist die Abnahme der Proteinstoffe in der Unterhefe sowie des Sauerstoffs derselben im Gegensatz zur Oberhefe [1]).

Hefe und Schimmel sind nur Formen eines und desselben Pilzes. Alle Pilze kommen als Schimmelbildungen vor, ob auch alle Pilze Hefe bilden können, ist noch näher zu untersuchen. Für eine kleine Anzahl habe ich die verschiedenen Hefeformen nachgewiesen.

Ganz vollständig kenne ich sie vor allem von *Penicillium crustaceum Fr.*, daher mag dieser gemeine Schimmelpilz zuerst als Beispiel dienen,

Der gemeine Pinselschimmel ist sehr weit verbreitet, wahrscheinlich über die ganze Erde. Dass er in China ebenso gut wie bei uns als Schimmel auftritt, habe ich nachgewiesen. Aber auch sein Formenreichthum ist sehr gross. Selbst als Schimmel tritt er in zwei Hauptformen auf: mit *Acrosporen* und mit *Thecasporen*. Die Acrosporen-Pflanze ist das *Penicillium crustaceum Fr.*, die Thecasporen-Form ist als *Mucor* (*Mucor racemosus Fres.*) beschrieben worden.

Die Hefebildungen dieses Pilzes und aller Pilze überhaupt zeigen drei verschiedene Formen nach dem ihnen dargebotenen Substrat und ich habe diese drei Formen als *Micrococcus*, *Cryptococcus* und *Arthrococcus* beschrieben.

---

1) H. LUDWIG und E. HALLIER, Lehrbuch der Pharmazie. Mainz, 1866. Band III. p. 624.

Die Ausbildung reiner Hefe beginnt stets damit, dass die Sporen ihre Kerne entlassen (Taf. II, Figg. 6, 18). Die freigewordenen Kerne sind meist bewegliche Schwärmer, welche bald zur Ruhe kommen und sich durch Quertheilung vermehren (Taf. II, Figg. 6, 7, 14 *l*, 18). So entsteht der *Micrococcus*, d. h. eine äusserst kleinzellige Hefe, welche in ungeheuren Mengen auftritt und besonders stickstoffreichen Boden liebt. Sie ist die Ursache aller Fäulnissprocesse, kommt aber auch bei der Gallussäure-Gährung vor. Der fertig gebildete Käse wimmelt stets von *Micrococcus*-Hefe oder Kernhefe. Ist die Flüssigkeit der geistigen Gährung fähig, so blähen die zur Ruhe gekommenen Schwärmer oder der anfangs entstandene *Micrococcus* sich stark auf, so dass eine deutliche Wandung vom Inhalt unterscheidbar wird (Taf. II, Figg. 6, 7, 8, 9, 16), es entsteht *Cryptococcus*, welcher sich durch Sprossung vermehrt. Beginnt dagegen in der angewendeten Flüssigkeit Säurebildung, so strecken sich die Kerne stark in die Länge und theilen sich durch Einschnürung (Taf. II, Fig. 14) d. h. sie bilden den *Arthrococcus*. *Cryptococcus* kommt bei jeder geistigen Gährung und beim Ranzigwerden des Oeles, *Arthrococcus* bei jeder Säurebildung, so beim Sauerwerden der Milch, bei der Essigbildung u. s. w. vor.

Jede Hefe kann in die andere übergehen, wenn der durch sie hervorgerufene chemische Process sich ändert. So z. B. entsteht bei der Biergährung anfangs nur *Cryptococcus cerevisiae* (Figg. 7, 8, 9, 16). Ist der Process der geistigen Gährung vollendet, und man lässt Luft zutreten, so treiben die *Cryptococcus*-Zellen sehr gestreckte Sprossen, welche sich durch Einschnürung vermehren (Taf. II, Fig. 14), also *Arthrococcus* bilden. Bei längerer Einwirkung der Luft werden zuletzt die *Arthrococcus*-Zellen kugelrund (Taf. II, Fig. 19) und sehr durchsichtig; sie entlassen ihre Kerne, welche *Micrococcus* bilden; die Flüssigkeit ist nämlich in Fäulniss übergegangen. Der *Micrococcus* verzehrt sehr bald die *Arthrococcus*-Hefe, auf Kosten von deren Stickstoff er lebt, vollständig.

Jede der drei Hefeformen kann zu einer unvollkommenen Hefe werden, sobald die atmosphärische Luft mehr oder weniger auf sie einwirkt. Diese unvollkommene Hefeform entsteht dadurch, dass die Hefezellen sich nicht sofort von der Mutterzelle trennen, sondern längere Zeit mit ihr in Verbindung bleiben. Natürlich gehen daraus einfache oder zusammengesetzte Ketten hervor, je nachdem die Hefe nur endständig oder auch seitlich sprosst.

Aus dem *Micrococcus* (Kernhefe) entstehen an der Oberfläche Leptothrix-Ketten (Taf. II, Figg. 14, 18), aus dem *Cryptococcus* (Sprosshefe) entsteht *Hormiscium* (Taf. II, Figg. 9, 16), aus dem *Arthrococcus* (Gliederhefe) entsteht *Torula* oder *Oidium* (Taf. II, Fig. 15). Diese Mittelbildungen sind sehr wohl zu unterscheiden von eigentlicher Keimung

Jede reine und jede unreine Hefe ist keimfähig, aber durch die echte Keimung werden wirkliche Keimschläuche (Taf. II, Figg. 7 *a*, 10 *a*, 12, 16 *k*) hervorgebracht, welche je nach der Substanz rein vegetative oder fruchtende Fäden erzeugen.

In dem angeführten Beispiel bringen die beiden Fruchtformen: *Mucor* und *Penicillium* zwar analoge aber nicht genau gleiche Hefeformen hervor. Diese beiden Pilzformen stehen in einem Generationswechsel von eigenthümlicher Art, den ich beweglichen Generationswechsel genannt habe. Säet man *Penicillium* auf stickstoffreichen, sauren (an der Oberfläche wenigstens) und nicht zu nassen Boden, so entsteht *Mucor racemosus Fres.*; säet man dagegen *Mucor* auf stickstofffreien, nicht sauren Boden, so entsteht nur *Penicillium*. Ist der Boden für keine von beiden Formen geeignet, so z. B. flüssig, sauer und nicht sehr stickstoffreich, so entsteht eine Mittelform, nämlich *Penicillium* ähnliche Fäden, welche *Macroconidien*, also die Vorbildung des *Mucor* an der Stelle der Sporenpinsel erzeugen; aber diese *Macroconidien* sind fast niemals keimfähig, sondern durchwachsen oder blähen sich übermässig auf. Ich sah diese Degeneration der *Macroconidien* zuerst aus *Penicillium* auf Milch hervorgehen [1]; noch leichter und schneller aber erzieht man sie aus *Mucor racemosus Fr.* auf stickstofffreien Flüssigkeiten, so z. B. auf Zuckerwasser.

Nach Aussaat von *Mucor racemosus Fres.* auf Milch kommen zuletzt oft beide Fruchtformen neben einander zur Ausbildung. Ganz dasselbe erreicht man aber auch durch Aussaat von *Penicillium* auf stickstoffreicheren sauren Boden, so auf menschlichen oder thierischen *Faeces*, wenn dieselben feucht aber nicht zu nass sind.

Dass alle anzuwendenden Substrate gut (30—36 Min. lang) ausgekocht sein müssen, dass man alle Apparate mit Alkohol auskochen und sehr sorgsam verschliessen muss, dass die zugeführte Luft sporenfrei sein muss u. s. w., das Alles versteht sich ganz von selbst.

Mittel zur Verhinderung der Gährungsprocesse.

Ganz im Allgemeinen haben wir hierher zu rechnen:

1) Entfernung der Feuchtigkeit, da das Wasser ein nothwendiger Bestandtheil aller gährenden, ja selbst der schimmelnden Substanzen ist. Kann man einen Körper durchaus lufttrocken machen, so schimmelt und gährt er nicht.

2) Luftdichter Verschluss; nicht, wie man sich bisweilen ausdrückt: Abhaltung des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft; denn dieser ist zur Gährung nicht nothwendig; im Gegentheil darf bei echter Gährung be-

1) Archiv für Mikroskop. Anatomie 1866. p. 73.

kanntlich die atmosphärische Luft nicht frei hinzutreten, sonst tritt Schimmelbildung auf der Oberfläche ein, denn wie wir gesehen haben, besteht gerade darin der wesentliche Unterschied zwischen Hefe und Schimmel, dass erstere ihren Sauerstoff der gährenden Substanz, diese aber der Luft entzieht.

3) Chemische Vereinigung des zu conservirenden Körpers mit einer Säure, einer Base oder einem Salz.

4) Zusatz sauerstoffabsorbirender Stoffe, so z. B. schweflige Säure, ätherische Oele, Chlor u. a.

5) Anwendung sehr niedriger oder sehr hoher Temperatur. Bei Temperaturen unter dem Gefrierpunct stehen die Gährungsprocesse still, namentlich hört die Fäulniss vollständig auf. Im Winter ist es daher bei strengem Frost sehr leicht, solche Sachen zu conserviren, die vom Frost nicht leiden, namentlich Fleisch und andere thierische Substanzen. Alle gährungsfähigen Substanzen hören auf, sich zu zersetzen, nachdem man sie mehre Minuten oder, je nach der physikalischen Beschaffenheit der Substanz, bis zu einer Stunde gekocht hat[1].

6) Zusatz giftig wirkender Substanzen, so z. B. Silber- und Quecksilbersalze, concentrirte Säuren, Alkohol, Aether, Holzgeist u. a.

Der Alkohol ist eins der verderblichsten Pflanzengifte und überall da, wo man ihn als Desinfectionsmittel anwenden kann, das einfachste und sicherste. Zur Desinfection des Düngers benutzt man Eisenvitriol. Zur Desinfection im Kleinen, namentlich zur Reinigung von Kleidern, Wäsche, für die Einbalsamirung von Leichen u. s. w. wird die Phenylsäure (Carbolsäure) am meisten empfohlen.

Besprechung einiger den Culturgewächsen verderblichen Gährungen.

[illegible] Alle Pflanzentheile [illegible] dazu günstige [illegible] Feuchtigkeit oder Nässe und [illegible] doppelter Hinsicht [illegible] besonders die [illegible] begünstigt er die Hefe- [illegible] besitzen. Zuerst ist [illegible] Unterbringen ist [illegible] wird nun ganz [illegible] und schwerer [illegible] begünstigt die Hefe- [illegible] des Sauerstoffs [illegible] welche die Samen [illegible] aus den stets in [illegible] die Sachkenntniss nicht

Massen im Culturland befindlichen Sporen und Hefezellen hervorgeht, bedarf kaum einer Versicherung. Es lässt sich das leicht experimentell mit verschiedenen Samen und bestimmten Pilzarten nachweisen. Gewiss kann bei einer theilweisen Fäulniss aus der Hefe ein parasitischer Pilz hervorgehen, und das ist namentlich bei der Kartoffelkrankheit der Fall. Ganz besonders sorgfältig ist daher die Kartoffel, mehr oder weniger aber jede Knolle, ja jeder Same, vor Nässe und vor zu tiefem Unterbringen zu schützen. Je flacher der Same untergebracht wird, desto geringer ist bei sonst gleichen Bedingungen die Gefahr der Fäulniss. Dass zerschnittene Kartoffeln (Augen) leichter faulen als ganze, leuchtet von selbst ein, denn bei jenen hat der Pilz ohne Weiteres zahlreiche Angriffspuncte auf das Stärkemehl und den Zellensaft, während er bei der ganzen Kartoffel erst die Schale zerstören muss.

Auch ganze Pflanzen können von den Wurzeln aus abfaulen, so der Raps und die Winterölsaat [1]). Meist ist auch hier Bodennässe die Ursache. KÜHN empfiehlt in solchen Fällen gründliche Drainage und Senkung des Grundwassers auf mindestens 4 Fuss Tiefe, ferner Drillcultur zur Ableitung der Tagewasser, gute Bearbeitung des Bodens u. s. w.

Wie im Frühjahr die zu stark entwickelten und durch langen Winterschnee gelagerten Raps-, Oel- und Getreidesaaten die am Boden befindlichen Blätter, Unkräuter, Reste verschiedener Art durch ihre dichte Decke von der Luft abschliessen, sie dadurch zur Fäulniss veranlassen und selbst in diese Fäulniss hinein gezogen werden, wie sie mit Pilzen und Conferven überwuchert werden u. s. w., das Alles hat J. KÜHN (a. a. O. p. 8) sehr anschaulich und richtig dargestellt. KÜHN empfiehlt unter Verhältnissen, welche dem Ausfaulen der Saat günstig sind, Vermeidung zu früher Aussaat und zu starker Düngung sowie Abweidung der Saat im Herbst bei trocknem Wetter, besonders bei Blachfrost. Aber auch mächtig entwickelte Pflanzenkörper werden nicht selten durch Fäulniss gänzlich zerstört. Ausser der Kartoffel, der Runkelrübe und Mohrrübe leiden besonders die zwiebelartigen Gewächse an Fäulnisskrankheiten. Dahin gehört die Ringelkrankheit oder Hyacinthenpest. Sämmtliche Holzkrankheiten sind hierher zu rechnen, namentlich alle unter dem Namen Brand (*mumificatio*) zusammengefassten, ferner die Krebskrankheiten, die Kernfäule, Rothfäule, Weissfäule u. s. w. Alle diese Krankheiten sind lediglich Fäulnissprocesse, d. h. durch Hefebildungen eingeleitet, Zersetzungen, bei denen die Mycelien und Hyphen lediglich als Verbreiter der Hefezellen auftreten, wie wir das später näher begründen werden.

---

1) Vgl. J. KÜHN, Krankh. d. Culturgew. p. 7.

Bei allen Holzkrankheiten ist der Angriffspunct eine Verwundung. Wunden hat man daher sorgfältig zu vermeiden; wo sich aber eine faulende Wundfläche findet, da muss dieselbe ausgeschnitten und verbunden werden, wie wir es früher für Verwundungen aller Art beschrieben haben.

II. Parasitische Pilze.

Wir müssen uns in diesem Abschnitt auf diejenigen Parasiten beschränken, welche den landwirthschaftlichen und einigen der wichtigeren forstlichen und gärtnerischen Gewächse direct schädlich werden, da die Parasitologie eine eigene sehr umfangreiche Wissenschaft ausmacht, die hier in einem praktischen Zwecken gewidmeten Buch nicht ganz mitgetheilt werden darf. Sollte die von mir getroffene Auswahl den Bedürfnissen der Praktiker nicht überall entsprechen, so bin ich für Vorschläge zur Aenderung und Verbesserung gewiss dankbar. Die Anordnung werde ich hier bloss vom praktischen Interesse abhängig machen und handle daher, ganz unabhängig von der Systematik der Pilze, zuerst die das Getreide bewohnenden, darauf die auf krautartigen Pflanzen vorkommenden und endlich diejenigen Parasiten ab, welche Bäume und Gesträuche bewohnen. Dass der Systematik bis jetzt kein Werth beigelegt werden kann, leuchtet Jedem ein, der sich mit Pilzen beschäftigt, und selbst die neueren Versuche, das mykologische System umzumodeln und zu verbessern, können nicht als wirkliche Verbesserungen, sondern nur als kümmerliche Nothbehelfe aufgefasst werden, da die Mykologie noch in den Windeln liegt, da namentlich die Polymorphie der Pilze nur für eine verhältnissmässig geringe Anzahl von Arten, und selbst für diese höchst unvollständig, bekannt ist.

Dass der Parasitismus ohne das Verständniss der Hefebildungen nicht vollkommen verstanden werden kann, wird man nach dem oben Mitgetheilten begreifen, und die grossen Lücken, welche unsere parasitologischen Arbeiten noch zeigen, erklären sich hauptsächlich dadurch, dass die Entstehung der Hefe bis jetzt dunkel blieb.

A. Parasiten der Cerealien und Gräser.

1. Das Mutterkorn.

Das Mutterkorn ist wohl einer der gefährlichsten pflanzlichen Parasiten des Getreides, daher mag es hier zuerst Besprechung finden. Es tritt nicht nur sehr verheerend auf, wo es günstige Bedingungen vorfindet, sondern es enthält auch ein so gefährliches Gift, dass durch das mitausgedroschene Mutterkorn das ganze Getreide mehr oder weniger vergiftet wird. Das Mutterkorn ist in alter und neuer Zeit Gegenstand der eifrigsten Untersuchungen gewesen, und es gehört zu denjenigen Organismen, welche die Forscher zwingen, ihre bis dahin gehegten Ansichten zu ändern, ihre alten Vorurtheile abzulegen. Ohne Tulasne's

ausgezeichnete, ja classische Arbeit[1]) über das Mutterkorn würde es um unsere gesammte Mykologie weit schlimmer stehen, denn die Gebrüder Tulasne hatten bei ihren Arbeiten Vorurtheile zu besiegen, welche noch heute in vielen Köpfen spuken, von in ihrer Art bedeutenden Forschern gehegt werden. Der Arbeit von Tulasne über das Mutterkorn haben wir in Deutschland kaum etwas an die Seite zu stellen auf dem gesammten Felde der Pilzschmarotzer.

Den richtigen Platz im Pflanzenreich hatte schon De Candolle im Jahr 1815 dem Mutterkorn angewiesen, indem er dasselbe zu den Sclerotien stellte. Die Ansicht De Candolle's fand aber keineswegs allgemeine Anerkennung, wie denn so oft die einfachsten und klarsten Arbeiten erst nach dem Ableben der Verfasser zur Anerkennung kommen. Besonders den deutschen Forschern machte ihre systematisirende Methode in der Botanik jede richtige Anschauung von einem solchen Gebilde wie das Mutterkorn unmöglich, und wir haben in der Mykologie den Franzosen es zu danken, dass endlich die Schranken des Vorurtheils gefallen sind.

Tulasne machte die Entdeckung, dass die *Sphacelia segetum* Léveillé's, ein zarter Fadenpilz, welcher sich oft am Grunde des Fruchtknotens der Gräser einfindet, ein frühes Entwicklungsstadium des Mutterkorns, d. h. des *Sclerotium clavus DC.*, sei.

Die *Sphacelia* findet sich beim noch sehr jungen Fruchtknoten an der Basis desselben und an seiner Aussenseite ein, und umhüllt ihn mehr oder weniger in Gestalt eines zarten Filzes. Die Fäden dieses Filzes legen sich bald so an einander, dass filzige Membranen entstehen, gebildet durch senkrecht nach aussen und innen gebogene Fadenenden, welche an der Spitze kettenweis eiförmig-längliche Sporen abschnüren. Die Membranen (*Hymenium*) bilden einen mannichfach gefalteten und gebogenen Körper, in welchem durch Zusammenstossen und Vereinigung oft zahlreiche Höhlungen entstehen.

Obgleich Tulasne die an den Enden der Fäden dieses Hymeniums abgeschnürten Sporen im Wasser keimen sah, nannte er sie doch nach Analogie mit ähnlichen Gebilden bei *Xylaria hypoxylon Fr.* »Spermatien«. Sie sind aber offenbar als *Stylosporen* aufzufassen. Das Verhältniss des sehr bald abortirenden Fruchtknotens zur Sphacelia ist sehr verschieden und ganz zufällig. Oft wird der eingeschrumpfte Rest des Fruchtknotens emporgehoben und steht zuletzt auf der Spitze des Mutterkorns; oft wird er ganz eingehüllt, oft ragt er seitlich hervor. Nicht selten werden auch die Staubblätter von der Sphacelia umhüllt[2]).

---

1) M. L. R. Tulasne, Mémoire sur l'ergot des Glumacées. Annales des sciences naturelles. 1853.

2) So auch bei *Glyceria fluitans R. Br.*

Auch mit der Befruchtung hat die Sphacelia direct keinen Zusammenhang, wie Tulasne gegen Geoffroy, Aymen, Leveillé u. A. zuerst geltend machte. Ist die räumliche Möglichkeit dazu noch gegeben, so wird der Fruchtknoten trotz der Sphacelia befruchtet, aber sehr selten kommt er zu völliger Entwicklung. Häufiger fand Tulasne bei *Anthoxanthum odoratum L.* und *Alopecurus geniculatus L.* die Samenknospen der von Sphacelia befallenen Blüthen befruchtet. Auch dem durch Tessier u. A. verbreiteten und besonders in Deutschland lange gehegten Vorurtheil, als ob das Mutterkorn ein umgewandelter, monströser Fruchtknoten sei, trat Tulasne zuerst energisch entgegen und zeigte, dass die Gestalt des Mutterkorns von der des Fruchtknotens unabhängig sei. Die Aehnlichkeit ist allerdings bis zu einem gewissen Grade vorhanden und kann nicht ganz abgeläugnet werden, wie es neuerdings bisweilen geschehen ist (vgl. z. B. Flückinger's Lehrbuch der Pharmakognosie des Pflanzenreiches), aber Aehnlichkeit der Form beweist noch nicht Identität. Die Form des Mutterkorns hängt offenbar von gar nichts Anderem ab als von der gedrängten Lage der Spelzen, welche ja auch auf die Gestalt des Gramineen-Fruchtknotens so grossen Einfluss üben. Ebenso hängt die Grösse des Mutterkorns von der Menge der ihm dargebotenen Nahrung ab, daher begreift sich's leicht, dass ein kleiner Fruchtknoten auch von kleinem Mutterkorn begleitet ist.

Meistens zerstört nach Tulasne die Sphacelia die äussere Fruchtschale und tritt gewissermassen an die Stelle derselben. Die Entwickelung des Fruchtknotens mit seinem Sameneiweiss ist von der des Keims unabhängig, denn obwohl der Keim stets sehr bald abortirt, kommt doch ziemlich häufig der Fruchtknoten mit dem Perisperm mehr oder weniger zur Ausbildung.

Die Aehnlichkeit des Fruchtknotens mit dem Mutterkorn leuchtet besonders ein, wenn man beide Gebilde bei Roggen und Weizen mit einander vergleicht. Das gemeine Mutterkorn des Roggens ist langgestreckt und schmal wie sein Fruchtknoten, das weit seltnere des Weizens kurz und dick wie ein Weizenkorn. Auch das nicht gar seltene Auftreten des Steinbrandes (*Tilletia caries Tul.*) und des Mutterkorns in einer und derselben Blüthe wurde schon von Tulasne beobachtet.

Die frühesten Stadien oder richtiger Vorstadien der Ausbildung der Sphacelia zeigen sich in Form einer klebrigen zuckerhaltigen Feuchtigkeit an der Basis des Fruchtknotens, welche von kleinen eiförmigen Zellen dicht erfüllt ist, die den Stylosporen (*Spermaties Tul.*) bis zur Ununterscheidbarkeit ähnlich sind. Man kann diese noch von keinem Mycelium begleiteten Zellen als *Conidien* betrachten, welche von aussen in die Blüthe gelangt sind, vom Winde herbeigeführt. Gegen diese Annahme spricht aber ihre ungeheure Anzahl auf geringem Raum eines Tropfens

Offenbar vermehren sie sich aber auch in dem Tropfen, welcher sich zuletzt zu einem weisslichen Brei gestaltet. Es sind also sicherlich Hefezellen. Die Grasblüthe sondert stets auch im gesunden Zustand eine geringe Menge zuckerhaltiger Flüssigkeit an der Basis des Fruchtknotens aus. Entweder gelangt nun die Spore des Pilzes (*Thecaspore* oder *Stylospore*) oder die schon ausgebildete Hefe in diese Flüssigkeit und bringt in derselben Gährung hervor, wodurch natürlich der Fruchtknoten zu stärkerer Absonderung veranlasst wird. Ist die gährungsfähige Flüssigkeit durch massenhafte Vermehrung der Hefezellen fast eingetrocknet, so keimen die Cryphtococcuszellen und bringen die Fäden der Sphacelia hervor. Wir kommen später auf diese unsere Ansicht zurück.

TULASNE bekennt, dass er den eigentlichen Ursprung (»*l'origine précise*«) der so massenhaft in der klebrigen Flüssigkeit suspendirten »Spermatien« nicht habe ausfindig machen können, doch behauptet er, dieser Excretion, die er auch bei *Glyceria fluitans L.*, *Alopecurus geniculatus L.*, *Brachypodium silvaticum P. de B.* und anderen Gräsern beobachtete, gehe stets das jüngste Stadium der Sphacelia voran. Beachtenswerth bleibt es auf alle Fälle, dass SMITH und QUEKETT, LEVEILLÉ u. A. den von »Spermatien« erfüllten Saft als das allerfrüheste Stadium des Pilzes betrachten.

Nach der völligen Ausbildung der *Sphacelia* zum »Spermogonium«, d. h. zum »Mützchen« der deutschen Autoren, erhebt sich unter diesem das eigentliche Mutterkorn und trägt das Mützchen empor. Das Mutterkorn ist anfangs stets weiss und erhält meistens eine schwarz-violette Rinde; bisweilen aber behält es die weisse Farbe, wie das bei allen Sclerotien vorkommt. Da das Mutterkorn an der Basis des Fruchtknotens entsteht, so schiebt es diesen bald empor, ihn von seiner Anfügungsstelle ablösend; bald umwächst es ihn oder drängt ihn auf die Seite. Das Mutterkorn entsteht meistens innerhalb der Fruchtschale und allem Anschein nach innerhalb der Samenschale im Eiweiss, ja an der Stelle der Samenknospe.

Bis zu diesem Punct zeigt die TULASNE'sche Arbeit schon eine nicht unbedeutende Lücke, denn man sieht durchaus nicht ein, auf welche Weise aus der *Sphacelia* das *Sclerotium* entsteht; auch ist die Entstehung der Sphacelia selbst nicht völlig aufgeklärt, namentlich nicht die Ausbildung derselben zu der eigenthümlichen Form des Mützchens oder Spermogoniums.

Ueber diese Fragen glaube ich genügenden Aufschluss geben zu können nach Untersuchungen, die ich im Sommer 1866 vornahm. Die Sphacelia entsteht als zarter Fadenpilz an der Basis des Fruchtknotens, denselben umhüllend und meist in ihn eindringend. TULASNE drückt sich in diesem Punct etwas mystisch aus, indem er sagt, die Sphacelia identificire (»*identifie*«) sich mit der Fruchtschale. Der Pilz dringt in dieselbe ein, ohne

sie völlig zu zerstören. Ob er dazu bestimmte Zellen oder überhaupt bestimmte Orte benutzt, habe ich nicht ermitteln können; die Thatsache ist aber unläugbar, dass der Pilz meistens ins Innere des Pericarps vordringt und an dessen innerer Wandung emporklettert. Hier bildet er ein *Hymenium spermatophorum*, welches aus einem Lager kurzer Fäden besteht. die senkrecht gegen die Fruchtknotenwand und gegen die zu Faserbündeln vereinigten Pilzfäden gerichtet sind. Dieses Hymenium hat also mit der Lamina der Hutpilze überaus grosse Aehnlichkeit.

Die Fruchtschale wird bald an verschiedenen Stellen zersprengt und bleibt, besonders am oberen Theil, in Fetzen an der Aussenseite des *Spermogoniums* hangen. Hie und da überwallen die Pilzfäden Fragmente der Fruchtschale und ganze Theile des Fruchtknotens, schliessen dieselben ein und saugen sie aus. Das *Hymenium* bekleidet alle Fruchtknotentheile, die ihm in den Weg treten, aber es bildet sich auch selbstständig und von der Unterlage unabhängig fort, indem es hie und da lamellöse Fortsätze treibt, welche sich häufig in lamellöse Aeste theilen (Fig. 20). Jeder kleinste Theil und Ast einer solchen Lamelle besteht aus einem centralen Fasergewebe, welches mit einer senkrechten Hymenialschicht ringsum bekleidet ist (*h*, Fig. 20, Taf. II).

Wenn die *Sphacelia* in die Fruchtschale eindringt, so bleibt in der Regel sehr bald kein Raum übrig zur Ausbildung dieser faltigen lamellösen Fortsätze. Sie sind in diesem Falle natürlich nach innen gerichtet und breiten sich nach aussen nur da aus, wo die Fruchtschale zum Theil überwuchert und eingeschlossen ist. Im unteren Theil des Mützchens findet die Faltenbildung daher meist auch dann statt, wenn der Fruchtknoten auf dem Mützchen steht oder vom *Hymenium* mehr oder weniger eingeschlossen ist. In diesem Falle bildet die Fruchtschale die äussere Bekleidung des Mützchens in Form einer braunen, etwas glänzenden, später in fetzenartigen Fortsätzen über das Mutterkorn herabhängenden Haut (Fig. 23 *g*, Taf. II). Die Stylosporen werden hier fast sämmtlich ins Innere der Höhle, welche das *Pericarpium* bildet, abgeschnürt und häufen sich hier so an, dass aus ihnen sogleich das Gewebe des Mutterkorns hervorgeht, welches in diesem Falle selbst bis in die Spitze des Mützchens hinein nur schwer von dessen Gewebe unterscheidbar ist, von dem es sich aber überhaupt nur graduell, durch kürzere, mehr zusammengedrängte Zellen, nicht wesentlich unterscheidet. Wird dagegen der Fruchtknoten zur Seite gedrängt und spielt eine sehr unbedeutende Rolle bei der Bildung des Mutterkorns, so hat das *Hymenium spermatophorum* mehr Raum zu seiner Entwickelung nach aussen; es bildet nun ein sehr zierliches, gar unregelmässiges Faltenwerk (Fig. 20), aus unzähligen, nach aussen vorspringenden, mannigfach verästelten Lamellen bestehend, die überall da, wo sie sich berühren, zusammenwachsen, so z. B. in der

Figur 20 an solchen Stellen wie bei *a*, *b*, *c*, *d*, *e* u. s. w., und dadurch Höhlen bilden, in welche hinein natürlich grosse Massen von Sporen abgeschnürt werden. Ganz dieselben Höhlungen entstehen im Grunde auch bei eingeschlossenem Fruchtknoten, nur dass in diesem Falle die faltigen Lamellen weniger deutlich unterscheidbar sind. Die Höhlungen sind übrigens nichts Wesentliches, wie man nach den Abbildungen deutscher Autoren glauben sollte. So ist namentlich BERG's Abbildung dieser Höhlen[1] ganz schematisch und kann Anfänger nur irreleiten. In solcher Ausbildung und Regelmässigkeit kommen die Höhlungen niemals vor. Ueberhaupt kann man diese Höhlungen durchaus nicht als Sporenbehälter auffassen, da die Sporen ebenso gut an jedem anderen Punct des *Hymeniums* nach aussen abgeschnürt werden, und schon aus diesem Grunde darf man das Mützchen nicht als *Spermogonium* bezeichnen.

Ebenso ungenau und schematisch ist in den Arbeiten deutscher Mykologen die Abschnürung der *Stylosporen* abgebildet, und das ist kaum zu entschuldigen, da TULASNE (a. a. O. Pl. 2) so ausgezeichnete Abbildungen davon gegeben hat. Selbst JULIUS KÜHN's vortreffliche Darstellungen können in diesem Punct nicht ausgenommen werden, wie Jeder constatiren wird, welcher seine Figuren mit gelungenen Querschnitten des Mützchens und des Mutterkorns vergleicht[2], Solch' vollkommen parenchymatisches Gewebe, wie es BERG[3] abbildet, besitzt das Mutterkorn niemals; auch sind die scheinbaren Maschen, d. h. durchschnittenen Pilzfäden, nie inhaltsleer, sondern stets von einem grossen fettartigen Inhaltskörper erfüllt. Da es in deutschen mykologischen Werken keine einzige richtige Abbildung von der Sporenabschnürung giebt, so habe ich in Fig. 24 eine Copie der TULASNE'schen geben lassen, die hoffentlich einigermassen zum Verständniss führen wird.

Bei Weitem in der Mehrzahl der Fälle schliesst das Mützchen den abortirten Samen mit seinem Eiweiss ein, und in diesem Fall entsteht das *Sclerotium* eigentlich nicht unter dem *Hymenium spermatophorum*, sondern im Innern desselben. Dieses bekleidet die Innenwand der Fruchtschale, wie wir gesehen haben. Das *Sclerotium* entsteht aus den in Masse abgeschnürten *Stylosporen* (Taf. II, Fig. 22), welche kurze, dicke, kurzgliedrige Fäden treiben, die einen dichten Filz von anfangs rein weisser Farbe darstellen. Dieser Filz bildet sich von innen nach aussen, seltener nur von unten nach oben, und zwar überall da, wo die in Massen bei-

---

1) O. BERG, Abbildung und Beschreibung der in der Pharmakop. boruss. aufgef. offiz. Gewächse. Leipzig 1863. Bd. IV, Taf. XXXII *c*, Figg. *L. M.*

2) J. KÜHN, Krankheiten der Culturgewächse. Berlin. 1859. Taf. V, Fig. 4, und Mittheilungen a. d. physiol. Labor. u. d. Versuchsst. d. landwirthschaftl Inst. d. Univ. Halle. Halle 1863. Fig. 3.

3) A. a. O. Taf. XXXII *c*, Figg. *N. O.*, anatomischer Atlas Taf I, Figg. *J. K.*

sammenliegenden *Stylosporen* keimen. Diese treiben einen kurzen Schlauch, der bei seiner Verlängerung kurze, selbstständige länglich runde Zellen von der 2—3fachen Grösse der Sporen bildet. Diese Zellen geben durch ihre gedrängte Lage dem Mutterkorn das Ansehen, als sei es aus Parenchym zusammengesetzt, doch lassen sie sich auf dünnen Schnitten immer noch leicht von einander trennen.

Lässt man die *Stylosporen* in einem dünnflüssigen Medium, so z. B. in Zuckerlösung, keimen, so sind die Keimschläuche (Fig. 24) lang, dünn, anfangs ungegliedert. Auf ziemlich trocknem Stärkekleister entstehen dagegen Keimlinge wie Fig. 25 sie zeigt, denen gleich, welche das Mutterkorn erzeugen. Die Keimschläuche schnüren nämlich sofort eine Anzahl conidienförmiger Zellen ab. Die eigentliche Entstehung des Mutterkorns kann sonach keinem Zweifel mehr unterliegen.

Die in den Falten und Lamellen so massenhaft abgeschnürten *Stylosporen* (Fig. 22, *s* Fig. 21) häufen sich in den Falten, Höhlungen, zwischen den eingeschlossenen Theilen des Fruchtknotens, innerhalb des Pericarps u. s. w. dergestalt an, dass sie bei ihrer baldigen Keimung nur noch eine formlose Masse bilden, welche die Höhlen ausfüllt und selbst die offenen Spalten und Faltungen stopft, so dass diese später oft weiss und rindenlos erscheinen. Die Hymenialschicht (*Spermogonium*) wird daher durch die in den Falten und Höhlen wachsende Zellenmasse immer weiter nach aussen gedrängt und bildet sehr bald nur noch einen Saum an der Aussenseite, denn im Innern ist von der ursprünglichen Hymenialschicht der Höhlenwände nichts mehr deutlich zu erkennen. Man sieht indessen auf sehr dünnen Schnitten noch den Verlauf der Hymenial-Lamellen an der faserigen, langgestreckten Gestalt der Zellen.

Im unteren Theil des so immer stärker heranwachsenden *Sclerotium* stirbt die Hymenialschicht in der Regel auch an der Aussenfläche sehr bald ab: die Sporen werden abgestossen und das Fasergewebe schrumpft zur anfänglich braunen, bald aber violettschwarzen Rinde zusammen. Die Farbe rührt hauptsächlich von der zwischen den zusammenschrumpfenden Fasern eingeschlossenen Luft, zum kleineren Theil von einem sich ausbildenden Pigment her.

Der obere Theil des *Spermogonium's* bleibt meistens als Mützchen auf dem Mutterkorn sitzen (Fig. 23 *g*), weil hier die Hymenialschicht von dem *Pericarpium* meist eingeschlossen, gegen das Absterben von aussen her durch dieses geschützt ist, besonders aber desshalb, weil es meist Theile des Fruchtknotens umschliesst, die ihm noch längere Zeit als Nahrung dienen.

Daher findet man bei völliger Reife des Mutterkorns die Hymenialschicht an der Spitze noch fortvegetirend und fructificirend.

Auch das völlig reife Mutterkorn zeigt auf dem Querschnitt noch

ganz deutlich die Falten und den Faserverlauf des ehemaligen »*Spermogonium*« und die Falten an der Aussenfläche sind nichts Anderes als Andeutungen und Ueberreste der Falten des *Sphacelia*-Körpers (Fig. 26). Die Ansicht einiger deutschen Mykologen, wonach das Mutterkorn etwas vom Mützchen absolut Verschiedenes sei, ist daher ganz falsch. Das *Sclerotium* entsteht nicht unter, sondern aus dem Hymenialkörper, der stets den Kern, gewissermassen das Skelet, des *Sclerotium* bildet und dessen oberer Theil nur aus den angeführten Gründen länger als Hymenialkörper erhalten bleibt und daher nur relativ, nämlich durch energischeres Wachsthum des unteren Theils, emporgetragen wird. Aber auch der obere Theil, das Mützchen, entwickelt sich im Innern zum *Sclerotium*. In allen Höhlen und Falten setzt sich zuletzt die Sporenmasse fest und keimt und die schwarze Substanz, welche alle Zwischenräume ausfüllt, wie in Fig. 20 Taf. II, besteht zum grossen Theil schon aus dem Scheinparenchym des *Sclerotium*.

Das ausgewachsene Mutterkorn hat, wie schon gesagt wurde, eine mehr oder weniger an die des betreffenden Getreide- oder überhaupt *Gramineen*-Korns erinnernde Gestalt, so z. B. ist sie beim Roggen stumpf dreikantig, bei *Brachypodium silvaticum P. de B.* lineal und planconvex nach Tulasne, bei *Phragmites*, *Molinia* u. a. nach demselben plattgedrückt u. s. w. Die Uebereinstimmung ist ja schon durch die Form der Spelzen leicht erklärlich, ferner dadurch, dass das junge Mutterkorn fast immer innerhalb der Fruchtschale entsteht.

Das Mutterkorn ist also nach dem oben Mitgetheilten aufzufassen als ein Dauermycelium (*Mycelium scléroide* nach Léveillé) oder *Sclerotium*. Wie alle anderen bis jetzt genauer untersuchten *Sclerotien*, so erzeugt auch dieses unter günstigen Bedingungen eine höhere Fruchtform und zwar in unserem Fall eine *Thecasporen*-Frucht. Alle Zellen des Mutterkorns enthalten einen grossen ölartigen Inhaltskörper nnd keine Spur von Stärke.

Im noch jungen Mutterkorn erhält man bisweilen durch Iod stellenweise eine blaue Färbung des Querschnitts; es färben sich aber hier nicht die Elemente des Pilzes, sondern Reste des Fruchtknotens.

Die aus dem *Sclerotium clavus DC.* hervorgehende *Thecasporen*-Pflanze ist häufig schon vor Tulasne in der Natur beobachtet worden, aber erst dieser geniale Forscher wies ihren Zusammenhang mit dem *Sclerotium* nach. Nach Tulasne ist Schumacher der erste, welcher (1801) den Pilz beschreibt, ihn aber zu *Sphaeria entomorrhiza Dickson* stellt.

Er fand die *Sclerotien* mit dem entwickelten Pilz am Boden, hielt sie aber für faulende Getreidekörner, aus denen der Pilz hervorgewachsen sei. Bei Paris im Holz von Meudon wurde später von Roussel derselbe Pilz auf dem *Sclerotium* von *Brachypodium silvaticum P. de B.* ge-

funden. Auch auf dem Roggen-Mutterkorn fand man mehrfach die *Claviceps purpurea Tul.* (*Cordiceps purpurea Fr.*), ohne ihre wahre Natur zu ahnden.

Tulasne gelang es, durch Cultur des *Sclerotium clavus DC.* vom Knaulgras *Dactylis glomerata L.*), vom Sandroggen (*Elymus arenarius L.*) u. a. aus demselben die *Claviceps purpurea Tul.* zu ziehen. Nach etwa drei Monaten ercheinen auf den auf feuchte Erde gelegten *Sclerotien* hie und da kleine Erhebungen der Rindenschicht, aus denen kleine rundliche, weissliche Tuberkeln hervorbrechen. An diesen Tuberkeln erscheinen fast jeden Morgen grössere oder kleinere Ausscheidungstropfen, wie man ähnliche bei den meisten Pilzen beobachten kann. Jetzt beginnen die unter den Tuberkeln befindlichen Zellen des *Sclerotium* stark zu schwellen; statt ihres grossen, öligen Inhaltskörpers erblickt man zahlreiche kleine Plasmakerne und die Zellen lösen sich aus ihrem Verbande. Diese Zellen ernähren sich und wachsen auf Kosten anderer Theile des *Sclerotium's*, deren Zellen nach und nach aufgelöst werden.

Nun wird das Knöpfchen durch einen dünneren faserigen Stiel, welcher aus jenen *Sclerotium*-Zellen entsteht, emporgehoben und färbt sich anfangs gelb, zuletzt purpurroth, während der Stiel gleich beim Hervorbrechen violettroth erscheint. Das Knöpfchen ist mit kleinen Puncten in gleichmässigen Abständen übersäet, welche feine Oeffnungen zeigen. Diese Oeffnungen bilden den Eingang zu den Conceptakeln, d. h. zu Höhlungen von zwiebelförmiger Gestalt, deren Basis eine grosse Anzahl langer Schläuche (*Asci*) mit je acht fadenförmigen *Thecasporen* trägt. Einem jeden warzigen Höckerchen des Köpfchens entspricht ein solches *Conceptaculum*.

Ebenso erzog Tulasne die *Claviceps purpurea Tul.* aus dem *Sclerotium* von *Lolium perenne L.*, ein höchst beachtenswerthes Factum, da in manchen Gegenden dieses Gras überall die Ränder an den Kornfeldern bildet und wahrscheinlich die Getreideähren mit dem *Sclerotium* versorgt.

In Thüringen ist das besonders auffallend. Ueberall haben die Getreidefelder Ränder von *Lolium*, welche grosse Mengen von Mutterkorn tragen. Nur selten findet man eine kleine Strecke des Lolchrandes ganz frei vom *Sclerotium;* in der Regel trägt jeder Halm fünf bis sechs Körner. Es wäre also zur Beseitigung des Mutterkorns vor Allem eine Beseitigung der Grasränder dringend zu wünschen, besonders derjenigen, welche rein aus *Lolium* bestehen. Auch *Brachypodium silvaticum P. de B.* und *Br. pinnatum P. de B.* beherbergen sehr oft Mutterkorn; ebenso *Dactylis glomerata L.* Weniger constant fand ich es auf *Festuca elatior L.* und anderen Schwingelarten, ferner, und zwar sehr häufig und massenhaft, auf *Molinia caerulea Mnch.* und *Triticum junceum L.* Auf

Weizen und Gerste fand ich in Thüringen nicht gar selten *Sclerotien;* ebenso auf dem Hafer.

Die Anzucht der *Claviceps* aus dem *Sclerotium* ist mehrfach wiederholt worden, am gründlichsten von J. KÜHN, welcher auf dem *Sclerotium clavus DC.* oft eine grosse Anzahl von Claviceps-Pilzen erzog[1]), während TULASNE meist nur 1—3 Exemplare auf jedem Korn erhalten hatte. KÜHN hat sich durch seine treffliche Arbeit schon deswegen ein besonderes Verdienst erworben, weil er damit das deutsche Vorurtheil gegen die Untersuchungen eines TULASNE niederwarf.

TULASNE entdeckte und erzog eine *Claviceps,* die er *Cl. microcephala* nannte, auf dem *Sclerotium* von *Phragmites communis Trin.* Dieselbe ist kleiner und zarter als *Cl. purpurea Tul.,* hyazinthroth durch ein in Alkohol lösliches Pigment, mit kugeligem, kleinem Köpfchen versehen. Die Köpfchen drehen sich auf ihren zarten Stielen dem Licht entgegen. TULASNE hält die *Claviceps microcephala* für identisch mit *Sphaeria acus Trog.* und *Kentrosporium microcephalum Wallr.,* sowie die *Cl. purpurea* mit *Kentrosporium mitratum Wallr.* Ebenso entdeckte und erzog TULASNE eine *Claviceps nigricans* auf dem *Sclerotium* verschiedenen *Scirpeen.*

Ausser den genannten Pflanzen wurde von den Gebrüdern TULASNE noch *Claviceps purpurea* gezogen aus dem *Sclerotium* von *Triticum repens L., Anthoxanthum odoratum L., Arrhenatherum elatius M. et K., Lolium temulentum L., Alopecurus agrestis L., Glyceria aquatica Presl.* u. a. *Molinia* erzeugte wie *Phragmites* die *Claviceps microcephala Tul.*

Die spontane Aussaat der *Thecasporen* wurde von TULASNE zuerst direct beobachtet und von Anderen bestätigt. Der *Ascus* geht allmählich im Innern des *Conceptaculum* zu Grunde, so dass eine Menge von Sporen frei in demselben liegt. Die Sporen werden nun langsam in Form eines Bündels aus der Oeffnung des *Conceptaculum* hervorgeschoben und lösen sich dann von einander, aber nicht vollständig, so dass sie durch eine klebrige Materie hie und da an einander haftend, weisse, seidige Flocken bilden.

Man sieht, dass die Arbeit der Gebrüder TULASNE noch einige wichtige Puncte theils ganz offen, theils unvollständig erörtert lässt. Erstlich ist das Verhältniss des »*Spermogonium*« zum Mutterkorn noch nicht ganz klar. Ueber dieses Verhältniss glaube ich durch meine oben mitgetheilten Untersuchungen die vollständige Lösung der Frage erreicht zu haben. Zweitens fehlt ein Culturversuch mit den *Thecasporen.* Diesen hat JULIUS KÜHN mit glänzendem Erfolg unternommen.

Schon die erste Arbeit KÜHN's über das Mutterkorn in seinem schönen Lehrbuch über die Krankheiten der Culturgewächse bietet viel des

---

1) Krankheiten der Culturgew. Taf. V, Figg. 13—19.

Neuen und Interessanten. Ueber das Vorkommen des Mutterkorns erfahren wir dort[1], dass in Weizenähren bis 18, beim Wiesenfuchsschwanz bis über 100 Mutterkörner in einer Aehre vorkamen. Kühn bestätigt die vielfach gemachte Erfahrung, dass nasse Jahrgänge dem Mutterkorn günstig sind, namentlich häufiger Regen zur Blüthezeit, sowie die Thatsache, dass das Mutterkorn am häufigsten am Rande des Feldes auftrete, eine Thatsache, für die ich die Erklärung in dem massenhaften Vorkommen des Mutterkorns auf *Lolium* und anderen Gräsern der Wegränder gegeben zu haben glaube.

Ausser den von Tulasne und mir angeführten *Gramineen* fand Kühn das Mutterkorn auf *Bromus secalinus L.*, *Festuca gigantea Vill.*, *Phalaris arundinacea L.*, *Lolium italicum A. Br.*

Auch er constatirt die Erzeugung der *Claviceps microcephala Tul* aus dem *Sclerotium* von *Phragmites* und *Molinia* und erzog denselben Pilz aus dem Mutterkorn von *Calamagrostis lanceolata Rth.* Eine Art, die er *Cl. pusilla Ces.* nennt, erzog er auf dem *Sclerotium* von *Andropogon ischaemum L.*

Kühn nimmt an, dass die *Thecasporen* direct die *Sphacelia* erzeugen. Er lässt die Sporen vom Winde in die Blüthe getragen werden und führt an, dass die *Sphaeria* grade zur Blüthezeit zur Reife gelange.

Gegen diese Ansicht spricht die Thatsache, dass die *Thecasporen* klebrig sind und sich nicht von der Stelle fortbewegen können, wo sie nach dem Hervorschieben aus dem *Conceptaculum* haften. Sie keimen also sicherlich am Boden, an der Stelle, wo das Mutterkorn niedergefallen ist. Von hier aus können die Sporen der *Sphacelia* leicht vom Winde in die Blüthen übertragen werden und dort im ausgesonderten Saft keimen, oder, was ich für wahrscheinlicher halte, zunächst Hefe bilden, welche keimt, sobald der Saft dickflüssiger wird und nun die *Sphacelia* erzeugt. Kühn's Abbildung der »Sporen« im »Sporenschleim« (a. a. O. Taf. V, Fig. 1 — 3) spricht besonders dafür, dass die im Saft anfänglich suspendirten Zellen keine Sporen, sondern Hefezellen sind, denn die Sporen sind ihnen zwar an Gestalt sehr ähnlich, haben aber nur kleine Kerne (vgl. unsere Taf. II, Fig. 22), nicht zwei grössere, wie Kühn es abbildet. Diese zweikernige Beschaffenheit ist aber gerade den *Cryptococcus*-Hefezellen der *Sphacelia* eigenthümlich, wie ich durch Cultur nachgewiesen habe.

Kühn's Vorschlag, das Mutterkorn durch Einschütten in die Jauchengrube zu vernichten, würde grade das Gegentheil von seinem Zweck bewirken, denn in stickstoffreichen Medien cultivirt, bringt das Mutterkorn ungeheuere Massen von Kernhefe (*Micrococcus*) hervor, welche zu-

1) a. a. O. p. 113.

den *Stylosporen* der *Sphacelia* entstehen und durch Keimung an der Luft wieder *Sphacelia* zu erzeugen vermögen.

Gerade die Hefebildung hat man möglichst sorgfältig zu verhüten, da sie das beste Mittel ist, um den Pilz in ganz unglaublichen Massen zu vermehren, und es ist sehr wahrscheinlich, dass das Mutterkorn ebenso wohl wie viele andere parasitische Pilze in der Hefe des Düngers häufig ihren Ursprung nehmen.

Es ist hier jedenfalls beachtenswerth, dass ein sehr tüchtiger Beobachter, ich meine STAUDINGER[1]), schon im Jahre 1831 die Ansicht äusserte, dass das Mutterkorn das Product eines Gährungsprocesses sei.

Noch bedeutender als die erste Arbeit J. KÜHN's ist diejenige, in welcher er glänzend gelungene Culturversuche[2]) mit den *Thecasporen* anstellte. Nach dem dort gegebenen Bericht beobachtete KÜHN das *Sclerotium* noch auf: *Bromus inermis Leyss.*, *Phleum pratense L.*, *Agrostis vulgaris L.*, *Glyceria spectabilis M. et K.*, *Nardus stricta L.* u. a., ferner führt er an nach Beobachtungen Anderer: *Sesleria caerulea Ard.* und *Poa compressa L.*

Die Entstehung des *Sclerotium* aus der *Sphacelia* stellt KÜHN nicht richtig dar, denn er lässt es aus den »feinen Fäden« des »*Mycelium*« durch Anschwellung hervorgehen.

Dass erst die Keimlinge der *Stylosporen* das *Sclerotium* bilden, lässt sich leicht nachweisen. Den Zusammenhang des Gewebes des Keulenträgers und des *Sclerotium*, den schon 10 Jahre früher TULASNE durchaus vollständig nachgewiesen hatte, bestätigt KÜHN. Die hohe Bedeutung der KÜHN'schen Arbeit liegt aber in den Culturversuchen. Es gelang ihm, aus den *Thecasporen* auf Getreideblüthen Mutterkorn zu erziehen[3]). Dass daraus nicht folgt, dass auch im Freien die *Sphacelia* direct aus den *Thecasporen* hervorgehen müsse, haben wir schon erörtert und KÜHN selbst hat dafür einen sehr schönen Beweis geliefert. Er erzog nämlich *Sclerotien* in einer Blüthe aus den *Stylosporen* der *Sphacelia*, welche er in den Blüthen anderer Aehren durch Aussaat der *Thecasporen* erzeugt hatte.

Erwähnenswerth ist unter der neueren Literatur des Mutterkorns

1 STAUDINGER, Pachter zu Flottbeck bei Altona, berichtete über seine Ansicht, das Mutterkorn entstehe durch »innere Gährung« des Fruchtknotens der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Hamburg im Jahre 1831. Vergl. OKEN's Isis 1832. 3. Heft, p. 262.

2 Mittheilungen a. d. Phys. Laborat. d. landw. Inst. d. Univ. Halle. 1863.

3) DURIEU erzog 1856 aus den *Thecasporen* und BONORDEN einige Jahre später aus der *Sphacelia* Mutterkorn, was natürlich der KÜHN'schen Arbeit keinen Eintrag thut, da sie ganz unabhängig von jener ist.

noch die Arbeit von CARBONNEAUX LE PERDRIEL[1]) da sie gute Abbildungen des *Sclerotium* vom Weizen und Hafer sowie der dazu gehörigen *Claviceps* enthält.

Unter den älteren Schriftstellern hat der treffliche MEYEN die richtigsten Beobachtungen über das Mutterkorn geliefert. Die Zusammengehörigkeit der *Sphacelia* und des *Sclerotium* ist ihm völlig bekannt und die Entstehung des letztgenannten aus jener kennt er genauer als selbst TULASNE und J. KÜHN, denn er schildert sehr richtig[2]) wie die *Sphacelia* allmählich von dem aus ihren Sporen gebildeten Gewebe überwuchert wird, so dass sie meist nur noch das Skelet des Pilzes bildet, namentlich im unteren Theil.

Einige nicht uninteressante Literaturnotizen über das Mutterkorn enthält das in mehrfacher Hinsicht ausgezeichnete Lehrbuch der Pharmakognosie des Pflanzenreiches von Dr. F. A. FLÜCKIGER[3]). Das Mutterkorn des Reises (*Oryza sativa L.*) ist nach dem Verfasser sehr lang und halbmondförmig gekrümmt. Das Mutterkorn der nordafrikanischen *Arundo ampelodesmus Cyrill* (*Ampelodesmos tenax Lk.* — *Diss* der Araber) wird bis 0,09 m lang, ist »spiralig« gekrümmt, an der inneren Seite gefurcht, meist vierseitig und von schwarzbräunlicher Farbe. Nach LALLEMENT ist dieser Pilz doppelt so wirksam wie das Roggen-Mutterkorn, obwohl er von gleicher Zusammensetzung zu sein scheint, z. B. auch 30% fettes Oel und 6% Phosphat enthält.

Das strahlige Fadenskelet des *Secale cornutum* ist auch hier übersehen.

Zur Erläuterung des ganzen Processes der Mutterkornbildung mögen auch meine eigenen Untersuchungen über die Hefe des Mutterkorns Einiges beitragen. Säet man die *Sphacelia* auf Kleister, so entstehen nach 24 Stunden grosse Mengen von Kernhefe (*Micrococcus*), welche besonders von den Kleisterkörnern Besitz ergreifen (Fig. 27, Taf. II), so dass diese dicht punctirt erscheinen. Nach und nach (in 1—2 Tagen) lösen die Körner bei einer Temperatur von 8—10° R. sich völlig auf, genau ebenso, wie ich es bei der Auflösung des Kleisters durch den *Micrococcus* des Speichels gezeigt habe[4]).

Die Schichten, welche anfangs in einzelnen Körnern noch deutlich sichtbar sind, werden immer undeutlicher (s Fig. 27, Taf. II), zuletzt verschwinden sie ganz, auch der äussere Umriss wird undeutlich . .

---

1) F. CHARLES CARBONNEAUX LE PERDRIEL. *De l'ergot de Froment, de ses propriétés médicales et de ses avantages sur le seigle ergoté. Montpellier.* 1862.

2) Pathologie p. 193 ff.

3) Vgl. meine Kritik dieses Werkes im Archiv der Pharmazie. 1867

4) Gährungserscheinungen. Leipzig, 1867.

man erkennt oft das Vorhandensein der Stärke nur noch durch Anwendung von Iod (*t* Fig. 27, Taf. II). An der Oberfläche der Flüssigkeit bilden sich höchst eigenthümliche *Leptothrix*-Ketten (Figg. 35, 36, Taf. III). Sie ähneln sehr der *Vibrio lineola Ehrenb.*, denn sie bestehen aus gegliederten, sehr zerbrechlichen Fäden, die an einem Ende eine schwache Anschwellung zeigen. Sie sind aber ganz bewegungslos.

In sehr stickstoffreichen Flüssigkeiten wie z. B. in Hühnereiweiss tritt sehr bald starke Fäulniss ein, durch Milliarden von *Micrococcus*-Zellen eingeleitet, welche die Substanz in eine braune, schmierige, nach Leim riechende Masse verwandeln.

Säet man die *Sphacelia* auf Zuckerlösung, so entstehen in 24 Stunden an der Oberfläche Haufen von Keimlingen, welche grosse, schlauchförmig aufgetriebene, kurze Zellen bilden, die häufig mit einander anastomosiren und ganz das Bild der ersten Entstehung des Mutterkorns repräsentiren.

Wo die Zellen isolirt und mehr im Innern der Flüssigkeit liegen, da bilden sie eine vollkommene *Torula aceti* (Fig. 29, Taf. II), die Flüssigkeit reagirt sauer, ein sehr merkwürdiger Umstand, da er zeigt, dass die *Sphacelia* die *Oidium*-Form des Pilzes repräsentirt und dass die *Torula* dieses Pilzes den Zucker nicht in alkoholische, sondern sofort in saure Gährung versetzt. Dem entspricht auch durchaus die Hefebildung, welche 1—2 Tage später eintritt. Aus den freiwerdenden Kernen bilden sich die in Fig. 30, Taf. II gezeichneten, lancettlichen, beiderseits stumpfen, meist zweikernigen *Arthrococcus*-Hefezellen. Genau ebenso bilden sie sich in einem Gemisch von Zucker und weinsteinsaurem Ammoniak.

Säet man die *Stylosporen* auf gekochte Milch, so entsteht aus denselben an der Oberfläche ein dichter Filz langgliedriger, dicker, verworrener, glänzender Fäden, während im Innern der Flüssigkeit sich aus dem Sporeninhalt massenhaft *Micrococcus* entwickelt, der in 24—36 Stunden die Milch sauer und geronnen macht. Bei der Verkäsung entwickelt sich aus dem *Micrococcus* ein kleinzelliger, fast kugeliger *Arthrococcus*.

Bei einem Gebilde wie das Mutterkorn ist ein Vergleich mit verwandten Bildungen gewiss nützlich, ja zum Verständniss nothwendig.

Bail[1]) giebt eine sehr gute Uebersicht über die Formen der *Sclerotien*. Nach ihm giebt es drei Hauptformen:

1. Gruppe des *Sclerotium clavus*.

Längliche Formen ohne Oberhaut, gegen die Spitze »*Spermatien*« abschnürend; sie bringen *Claviceps* hervor.

1) Th. Bail, Das System der Pilze. Bonn, 1858. p. 75, Tab. 18.

2. Gruppe des *Sclerotium cornutum*.

Verschieden gestaltete Formen mit structurloser Haut, ohne »Spermatien«, im Innern sehr grosszellig; sie entsprechen dem Stiel und Hut von *Agaricus*.

3. Gruppe der Stengel- und Blatt-*Sclerotien*. Rundliche Formen mit structurloser Hüllhaut, ohne »*Spermatien*«, im Innern aus unregelmässig durch einander gewundenen Fäden bestehend; sie erzeugen *Typhula*-Arten.

Diese Angaben sind später von Bail selbst und von De Bary [1]) vervollständigt worden. Im Ganzen muss aber zugegeben werden, dass eine übersichtliche Darstellung der *Sclerotien*-Bildungen noch nicht an der Zeit ist. Es fehlt noch durchaus an vollständigem Material dazu und alle histologischen Angaben stehen vereinzelt da, ohne einen bestimmten allgemeinen Typus darzubieten. So vollständig wie bei *Claviceps* sind überhaupt die *Sclerotien* noch in keinem anderen Fall untersucht worden; ich versuchte das bei *Scl. Coprini stercorarii* (*Scl. stercorarium auct.*) und bei der Seltenheit derartiger Untersuchungen in vollständiger Durchführung wird man ein vergleichendes Referat vielleicht nicht ungern sehen [2].

Das *Sclerotium stercorarium* entsteht aus *Torula rufescens Fres.* und zwar durch Keimung der grossen Sporen, welche dieser Pilz auf feuchtem stickstoffreichem Boden erzeugt und welche ihm die Form einer *Peronospora* verleihen.

Bei gedrängter Lage auf stark nährenden Substanzen haben diese Sporen (*Macroconidien*) keinen Raum, lange Pilzschläuche zu treiben, sie theilen daher kurze, dicke, rasch sich verästelnde Zellen ab. Diese kurzen Keimschläuche setzen sich beständig mit ihren Nachbarn, theils durch Seitensprossen, theils direct, in Verbindung. So entsteht ein dichtes Gewirr knorriger Fäden mit sehr kurzen, meist eiförmigen Gliedern: nur an der Peripherie sieht man häufig dünnere Fäden, deren *Macroconidien* sich gar nicht selten mit einander vereinigen in Form einer allem Anscheine nach ungeschlechtlichen Copulation [3]).

Die *Sclerotien* brauchten zu ihrer Entwickelung etwa 3—4 Tage. Sie erreichten einen Durchmesser von 1—2 Linien und hatten eine etwas schwankende, bald fest kugelige, bald mehr bohnenförmige Gestalt. An-

---

1 Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten. Leipzig. 1866. p. 30 ff.

2 Vergl. Botanische Zeitung 1866. Nr. 20.

3 Wie sich De Bary's von den meinigen etwas abweichende Angaben über den Bau des *Sclerotium stercorarium* erklären, muss späteren Untersuchungen zur Entscheidung vorbehalten bleiben. Da ich wirklich den *Coprinus* aus dem *Sclerotium* erzog, so kann hier die Zugehörigkeit nicht bezweifelt werden, während De Bary nicht ausdrücklich sagt, dass ihm die Cultur gelungen sei.

fänglich zeigte das Knöpfchen am oberen Ende meist einen flachen Eindruck, welcher zuletzt oft verschwand. Die Körner färben sich oft sehr bald, oft erst 1—2 Tage nach dem völligen Auswachsen schwarz. Der Gestalt nach hatte das *Sclerotium* mit *Scl. semen* grosse Aehnlichkeit; die grossen lockeren und abgerundeten Zellen stellen dasselbe jedoch in die zweite BAIL'sche Gruppe, was durch die Weiterentwickelung gerechtfertigt wird.

Das Gewebe des reifen *Sclerotium* besteht aus locker zusammen geballten, länglichen bis runden, mit körnigem Inhalt erfüllten Zellen. Von Luftlücken ist bei den frisch untersuchten Körnern nichts wahrzunehmen; diese sind nichts Charakteristisches, da sie erst beim Austrocknen entstehen. Die Rindenschicht entsteht lediglich durch Verkorkung und Absorption der äusseren Zellenschichten, welche zuletzt die inneren ernähren müssen. Eine regelmässige Anordnung der äusseren Schichten ist anfangs hier nicht vorhanden. Durchschnittlich sind die Fäden hier dünner und langgliedriger.

Nicht »plötzlich«, wie DE BARY angiebt, sondern allmählich, werden die »Zellen des Markes« gegen die Rinde hin kleiner. Hier geht ziemlich plötzlich die kleinzellige Substanz in die ebenfalls im Innern kleinzellige, aus mehren Schichten bestehende, Rinde über, deren Zellen schwarzbraune Membranen besitzen und stark zusammengeschrumpft sind, so dass vom Lumen kaum noch etwas übrig bleibt. Diese eigentliche Rinde wird während der Entstehung des Korns noch von der *Peronospora* überwuchert, deren Fadenzellen und *Conidien* eine äussere, grosszellige Rindenschicht bilden. Die Membranen dieser grossen Zellen sind wie die Rinde, aber meist nur an der Innenseite gebräunt. Was DE BARY für »Haare oder Papillen« angesehen hat, das sind Hyphen des Pilzes, die man neben *Macroconidien* häufig zwischen den grossen und unregelmässigen Zellen hervorragen sieht und welche zuletzt zu haarähnlichen Resten verkümmern.

Ich habe durch Culturversuche mit den *Macroconidien* gezeigt, dass man auf stickstoffreichen Substanzen ganz leicht die ersten Stadien des *Sclerotium* aus jenen erhalten könne.

Die ausgebildeten *Sclerotien* trieben im feuchtem Raum nach 2—3 Wochen den *Coprinus stercorarius Fr.*, wie ich ihn in der botanischen Zeitung näher beschrieben habe.

Der wesentliche Unterschied zwischen diesem *Sclerotium* und dem *Scl. clavus DC.* kann Niemandem entgehen und auch DE BARY macht auf den Unterschied dieses Dauermyceliums von allen übrigen bis jetzt bekannten aufmerksam, wenn ihm auch der wahre Sachverhalt entgangen ist. Er lässt nämlich wie alle deutschen Autoren das *Sclerotium* »unter« dem Mützchen entstehen und kennt nicht das Verhältniss beider zu ein-

16*

ander. Das »*Spermogonium*«, ich wiederhole es nochmals, bildet stets das Skelet des Mutterkorns, ist also als centraler Theil anzusehen, um welchen sich das Gewebe des *Sclerotium* gruppirt. Alle übrigen bis jetzt bekannten *Sclerotien* schliessen keinen solchen compacten Sporenkörper ein und zwar aus dem einfachen Grunde, weil ihre *Mycelien* weit zarterer Natur sind, meist nur aus sehr lockeren, verzweigten Fäden bestehend, die nur selten einen dichteren Filz, aber niemals ein eigentliches *Hymenium spermatophorum* bilden.

Bei *Sclerotium coprini stercorarii* überwuchert das *Mycelium* mit seinen Hyphen das junge, aus angehäuften keimenden Sporen hervorgehende Gebilde, so dass es die Grundlage für eine äussere, grosszellige Rindenschicht wird. Ich muss nochmals hervorheben, dass das »Scheinparenchym« hier nur für flüchtige Beobachter existirt, dass sich stets das Gewebe in grosse schlauchförmige Zellen und Zellenreihen durch gute Präparation auflösen lässt.

Den *Sclerotien* unmittelbar sich anreihende Dauermycelien bilden die Hefezellen mancher Pilze. Genau und vollständig habe ich dieselben bei *Penicillium crustaceum Fr.* untersucht und beschrieben (Botanische Zeitung 1866 und Virchow's Archiv 1866). Die *Micrococcus*-Hefe (Kernhefe) von *Penicillium* keimt auf allen trocknen, der Luft ausgesetzten stickstoffreichen Substanzen und die sehr zarten Fäden verfilzen sich zu den von mir sogenannten *Leptothrix*-Filzen. So entstehen auf trocknem schimmelndem Fleisch kleine Knöpfe und Schüsselchen, ebenso bisweilen an den Wandungen der Rachenhöhle des Menschen, auf den Tonsillen u. s. w. Diese Knöpfchen bringen zuletzt in Masse zarte Pinsel hervor und verhalten sich daher zu *Coremium*, d. h. zur Stammform von *Penicillium*, ähnlich wie die *Sclerotien* zu den höheren Pilzformen, die aus ihnen hervorgehen. Diese *Leptothrix*-Filze sind *Sclerotien* in einfachster Form.

Noch muss ich hinzufügen, dass manche Späteren zugeschriebenen Ansichten schon im vorigen Jahrhundert bekannt waren. Plenck kennt schon 1794 das Mutterkorn auf *Phalaris canariensis*, *Avena elatior* (*Arrhenatherum*), *Festuca fluitans* (*Glyceria*), *Lolium temulentum*, *Triticum repens*, Weizen, Gerste und Hafer, auch unterscheidet er genau ein bösartiges und ein unschädliches Mutterkorn.

Noch haben wir nach Analogie mit den nachstehend mitgetheilten Untersuchungen die Frage aufzuwerfen, ob nicht die *Claviceps* auch eine anäerophytische Generation besitze, oder mit anderen Worten, ob nicht ihre Keimlinge im Innern breiartiger Medien einen Brandpilz erzeugen.

Erstlich muss die grosse Aehnlichkeit der jungen *Sphacelia* mit auf nassen Substraten keimenden Brandpilzen, namentlich mit *Ustilago* und *Pleospora* auffallen. Säet man die *Sphacelia* aus, so erhält man z. B.

im Innern von Stärkekleister stets einen und denselben Brandpilz, sehr ähnlich der *Ustilago*-Form, welche zu *Pleospora* gehört.

Ich wage aber noch nicht die Behauptung, dass dieser Pilz wirklich aus der *Sphacelia* hervorgeht, denn es ist ungemein schwer, die Keimlinge von *Pleospora*-Keimlingen zu unterscheiden und da Elemente von *Pleospora* fast immer den Fruchtknoten und die Staubblätter des Roggens bewohnen, so ist selbst bei der sorgfältigsten Aussaat von *Sphacelia* der Einwand nicht ganz zu beseitigen, dass einzelne Sporen von *Pleospora* eingemengt sind.

Auffallend bleibt es aber, dass bei massenhafter Keimung der *Sphacelia* gar kein anderes Product als die *Ustilaginee* auftritt.

Eine Bestimmung dieser *Ustilago*-Form dürfte grosse Schwierigkeiten haben, bis man mehre Fruchtformen derselben kennt.

Hier kann nur die Aussaat von *Thecasporen* der *Claviceps purpurea* zum Ziel führen, bei welcher ein Einmengen von *Pleospora* nicht vorkommen kann.

2. Der Brand des Getreides und der Gräser.

Unter Brand verstehen die Landwirthe seit alten Zeiten gewisse Pflanzenkrankheiten, welche als Symptome kleine Pusteln auf der Pflanzensubstanz zeigen, die zuletzt aufbrechen und nun eine schwarze staubige oder schmierige Materie hervortreten lassen.

Ursprünglich glaubte man, die auf die Fructificationsorgane beschränkten Brandkrankheiten seien Degenerationen dieser Theile. So sagt z. B. PLENCK im Jahr 1794: »*Degeneratio partium fructificationis seu spicarum et seminum cerealium in pulverem nigrum*«. Ueber das Vorkommen auf *Cerealien* fügt derselbe hinzu: »*Avena prae omnibus frumentis ustilagine maxime infestatur, dein Hordeum et Triticum. Rarius in Panico miliaceo et Tritico repente, rarissime vel nunquam in Secali cereali observatur*«. Die contagiöse Natur der Brandkrankheiten war schon damals allgemein bekannt: »*Ustilago a contagio incognito Morbum esse contagiosum docet morbi transitus in sanos etiam culmos, si agro semen infectum inseritur. Sed origo primi contagii adhuc latet.*

Das Verdienst, die parasitische Natur der Brandkrankheiten nachgewiesen zu haben, gebührt MEYEN und es ist sehr zu beklagen, wie wenig Anerkennung diesen trefflichen Forschungen des ausgezeichneten Botanikers bei seinen Lebzeiten zu Theil geworden ist. MEYEN hat das *Mycelium* der Brandpilze im Innern der Nährpflanzen nachgewiesen und so die Hauptaufgabe bereits vollständig gelöst. Auch zeigte MEYEN, dass den verschiedenen Brandkrankheiten verschiedene Parasiten zu Grunde lägen.

Seine Ansichten wurden durch Spätere mit so grossem Erfolg be-

kämpft und unterdrückt, dass sie gewissermassen zum zweiten Mal von TULASNE, JULIUS KÜHN und DE BARY aufgestellt und durch neue Untersuchungen gerechtfertigt werden mussten. Der Ruhm des Bahnbrechens auf diesem Felde gebührt aber unbedingt MEYEN, denn die späteren Forscher wurden durch seine Untersuchungen auf das Richtige geleitet.

Wir wollen nun auch hier die verschiedenen Parasiten der Brandkrankheiten in der Darstellung trennen, indem wir die wichtigsten derselben, nämlich: Flugbrand, Steinbrand, Roggen-Stengelbrand, Gras-Stengelbrand, Hirsebrand, Maisbrand und Roggen-Kornbrand für sich betrachten.

a. Der Staubbrand, Flugbrand, Russbrand, Russ u. s. w
Ustilago carbo Tul.

Der Pilz zeigt sich der äusseren Betrachtung zuerst an den Fructificationsorganen, wo er als schwarzer Staub erscheint, welcher aus unzähligen unregelmässigen Pusteln hervortritt, indem er die Oberhaut der betreffenden Pflanzentheile sprengt. MEYEN zeigte, dass das Parenchym der betreffenden Pflanzentheile gänzlich zerstört werde. Nach und nach werden sie ganz in Fetzen aufgelöst. Am gefährlichsten ist der Flugbrand dem Hafer, demnächst der Gerste, dem Weizen, weit seltener kommt er im Roggen vor. Auch wildwachsende Gräser werden nicht selten von ihm betroffen; am häufigsten wohl *Arrhenaterum elatius M & K.*

Der Brand ergreift die Blüthentheile sehr ungleich; oft zerstört er alles parenchymatische Zellengewebe der Blüthen, so dass nur einzelne Faserbündel der Spelzen übrig bleiben. Oft sieht man, namentlich bei der Gerste, nach MEYEN auch bei Roggen und Weizen, von der ganzen Aehre nichts übrig bleiben als die *Rhachis* und einige Reste von Faserbündeln der Hüllspelzen. Oft wird nur der Same oder die ganze Frucht zerstört, aber die Spelzen bleiben erhalten; so besonders bei *Avenaceen* In diesem Fall haftet längere Zeit eine schwarze Staubmasse zwischen den Spelzen, bis der Wind sie zerstiebt oder der Regen sie herauswäscht Bei *Arrhenatherum* ist nach MEYEN oft nur der Same zerstört.

Es gelang MEYEN, im Innern der Parenchymzellen der Nährpflanze beim gemeinen Staubbrand wie beim Maisbrand die Mycelfäden aufzufinden, welche sich verzweigen und, wie er es sehr richtig schildert, erst längliche, zuletzt kugelige Sporen in einfachen Ketten abschnüren.

Diese Sporen sind es, welche die schwarze Staubmasse bilden, da sie in grossen Mengen nach aussen abgeschnürt werden. Sie treten oft auch aus dem Halm unterhalb der Blüthen sowie aus den Blättern hervor, besonders im letzten Stadium der Krankheit.

In Fig. 28, Taf. II sind einige Brandsporen von *Ustilago carbo Tul.* abgebildet.

Meyen hat die sehr wichtige, später von den Gebrüdern Tulasne bestätigte Entdeckung gemacht, dass in den grossen saftigen Zellen der Anschwellungen und Pusteln des Maisbrandes und ebenso in den Pusteln des Staubbrandes zuerst »Schleimablagerungen« auftreten, welche später verzweigte Pilzpflanzen hervorbringen, an deren Zweigenden anfangs ellipsoidische, dann kugelrunde Sporen rosenkranzförmig abgeschnürt werden.

Meyen hat also schon das *Mycelium* und die Hyphen des Brandpilzes aufgefunden und ebenso ist ihm die von De Bary und Anderen im Eifer übersehene Hefebildung im Innern der Zellen der Nährpflanze durchaus nicht entgangen.

Noch genauer und richtiger haben im Jahr 1847 die Gebrüder Tulasne diese Hefebildung beschrieben. In den Intercellularräumen und im Innern der Zellen der Nährpflanze befindet sich eine gallertartig-schleimige Substanz, in welche mehr oder weniger rundliche blasse Körperchen eingebettet sind. Diese Körper sind offenbar Hefezellen, die in den Zellen der Nährpflanze leicht zu constatiren sind. Es sind *Micrococcus*-Hefezellen, welche der Pilz selbst ausbildet, sobald er in eine Zelle der Nährpflanze eindringt und welche die Stärke der Nährzellen, wo deren vorhanden, in lösliches Gummi überführt. Wegen der Kleinheit dieser *Micrococcus*-Zellen sind dieselben von De Bary und Anderen übersehen worden.

Wenn freilich die Gebrüder Tulasne aus ihnen durch Ausscheidung einer Membran die Sporen entstehen lassen, so ist das ein Irrthum. Sporen können nie aus ihnen hervorgehen, wohl aber *Cryptococcus*-Hefe und das geschieht sofort, sobald in der Nährflüssigkeit Zucker in grösserer Menge vorhanden ist. Eine Verwechslung dieser Hefezellen mit den so ähnlichen jugendlichen Zuständen der Sporen ist aber sehr begreiflich.

Es ist leicht möglich, dass die Hefebildung hier keine wesentliche Rolle spielt, wahrscheinlich aber ist das Gegentheil. Dass das *Mycelium* der Brandpilze das ganze Gewebe der Nährpflanze durchzieht, ist von Vielen nachgewiesen worden, aber ob die Hefebildungen nicht wesentlich die Penetration des Pilzes in's Innere der Gewebe befördern und namentlich die Verarbeitung der Säfte bewerkstelligen, das hat noch Niemand untersucht, denn alle Forscher ausser Meyen und Tulasne haben die Hefebildungen bei den parasitischen Krankheiten ganz übersehen. Es ist aber mehr als wahrscheinlich, dass ihnen bei allen Parasiten eine sehr wichtige Rolle zukommt und jedenfalls muss das Gegentheil erst erwiesen werden, wo ihre Constatirung so leicht ist.

De Bary hat das Verdienst, bei vielen Brandpilzen das *Mycelium*[1])

1) A. De Bary, Untersuchungen über die Brandpilze. Berlin, 1853.

derselben in der Nährpflanze nachgewiesen zu haben. Es verbreitet sich z. B. bei *Ustilago maïdis Lev.* in den Intercellularräumen der Maispflanze. Die *Micrococcus*-Hefe wird aber von De Bary bis in die neueste Zeit mit »körnigem Plasma« der Nährzellen bald verwechselt, bald zusammengeworfen. Eine solche »Matrix«, deren Existenz er ganz abläugnet, eine Hefebildung im Innern der Nährzellen, ist fast überall, wo parasitische Pilze vegetiren leicht nachweisbar und gewiss häufig ein wichtiges Mittel zur Penetration der Pilze.

Die Bildung der Sporen stellt De Bary ganz unrichtig dar. Die Brandsporen entstehen, so namentlich bei *Ustilago carbo*, als anfangs länglich-lancettliche, zuletzt kugelige Zellen in Ketten an den Enden der Mycelzweige ganz in derselben Form der Sprossung wie bei allen sogenannten Schimmelpilzen, aber keineswegs so »dass sich in ihrer (der Myceliumsmasse«) ganzen Continuität junge Zellen bilden, die sich mit einer Membran bekleiden und, indem sie selbst und die Membran an Dicke zunehmen, schliesslich die vollendete, braunwerdende Spore darstellen«. Diese ganze Beschreibung beruht nicht auf Beobachtung, sondern auf Vermuthungen, denn der Sporenbildungsprocess ist der oben geschilderte, wie sich leicht constatiren lässt[1]). Die Mycelfäden selbst bleiben dabei unverändert.

Die Sporen sind anfangs farblos und entstehen als Glieder am Ende der Fäden und Fadenzweige, sind also eigentlich Conidien und der *Ustilago* ist das *Oidium* eines Pilzes, also eine nur untergeordnete Form.

Diese Behauptung wird durch meine später anzuführenden Culturversuche durchaus gerechtfertigt.'

Allmählich bräunen sich die Sporen durch Ausbildung des Epispors. Die kleinen Individuen des Brandpilzes mit reichlicher Fructification gehen sicherlich zum grossen Theil aus der in der »jauchigen Flüssigkeit massenhaft vorhandenen Kernhefe hervor, was sich zwar nur sehr schwer und unvollständig, nämlich nur durch Vergleich der verschiedenen Entwickelungszustände, aber dadurch indirect wahrscheinlich machen lässt, dass der Pilz in ähnlich zusammengesetzten breiartigen Substanzen dergleichen Hefe bildet, welche an der Luft durch Keimung des *Micrococcus*, *Cryptococcus* oder *Arthrococcus* wieder den fructificirenden Brandpilz erzeugt. Es ist nicht abzusehen, warum nicht in den analog beschaffenen Pflanzensäften dasselbe stattfinden sollte.

Die gelatinöse und undeutliche Beschaffenheit der mystischen Matrix aller Arbeiter über die Brandpilze ist nichts Anderes als Massen von *Micrococcus*, mit Keimlingen und Mycelfäden gemengt. Dass man die

1) Meyen hat diesen Process durchaus correct beschrieben, so z. B. Pathol p. 122 ff.

Hefebildungen ganz übersehen hat, ist um so mehr zu verwundern, als schon MEYEN[1]) Bläschen bei *Ustilago hypodytes* und *Ust. longissima Sow.* auffand, welche nach seiner Beschreibung ganz zweifellos *Cryptococcus*-Zellen sind, denn er sagt u. a. »in den Zellen (der Nährpflanze) entwickelten sich kleine bräunlich gelbe Bläschen, aus welchen seitlich mehre junge Bläschen hervorwuchsen, die allmählich immer grösser wurden und später wahrscheinlich eigene, für sich bestehende Brandbläschen bilden«.

Sowohl MEYEN als auch DE BARY sind über die Entstehung dieser Bläschen gänzlich im Unklaren, was darin seinen Grund hat, dass sie aus der bisher gänzlich übersehenen Kernhefe (*Micrococcus*) hervorgehen.

Auch bei der Entstehung des *Ustilago hypodytes Fr.* gehen allem Anschein nach die feinen Mycelfäden aus gekeimtem *Cryptococcus* hervor; dafür sprechen MEYEN's und die im Wesentlichen dasselbe ergebenden Untersuchungen DE BARY's[2]). Leider konnte ich selbst diesen Pilz nicht untersuchen. DE BARY sieht die Fäden sich allmählich in die gallertartig-schleimige Masse hineinverlieren, daraus folgert er, »dass sie (die Masse) aus einer Verfilzung der am Rande deutlichen ästigen Fäden entsteht« während doch mit weit mehr Recht umgekehrt angenommen werden darf, dass die Fäden aus den Elementen der Gallerte, also wahrscheinlich aus *Micrococcus*, hervorgehen.

Ist meine so eben mitgetheilte Ansicht richtig, so sind *Ustilago longissima Sow.* und *Ust. hypodytes Fr.* identisch und der ganze Unterschied beider Brandarten ist ein rein localer.

Nächst MEYEN und TULASNE, welcher die Keimung von Brandsporen beobachtete, hat besonders JULIUS KÜHN das Verdienst, über das Verhältniss der Brandpilze zu ihren Nährpflanzen Aufklärung gegeben und die richtige Ansicht in weitesten Kreisen zur Geltung gebracht zu haben. KÜHN gab nicht nur vollständige Keimungsgeschichten mehrer Brandpilze, sondern namentlich verfolgte er auch das *Mycelium* derselben durch die ganze Nährpflanze, was bis dahin noch Niemand gelungen war[3]). Er zeigte, dass der Keimling der Pilzspore am Wurzelknoten, nicht am Würzelchen selbst in den Keim der Nährpflanze eindringe; dass derselbe als Fadenpilz durch das ganze Gewebe der Nährpflanze, und zwar besonders im Mark, emporsteige, um erst in den Fructificationsorganen die Sporenbildung zu beginnen.

KÜHN sah das *Mycelium* nicht nur in den Intercellularräumen sich verbreiten, sondern auch die Zellenwandungen durchbohren und in die Nährzellen eindringen. Die Pilze verbreiten sich in derselben Weise,

---

1) Pathologie p. 122 ff.

2) Brandpilze p. 10 ff.

3) Krankh. der Culturgew. p. 42—112.

wie ich es später bei vielen Schimmelpilzen zeigte, nämlich so, dass sie acrogen fortvegetiren, während die älteren Fadentheile hinter den jüngeren absterben und eben dadurch den Nachweis des *Mycelium* in der Nährpflanze so sehr erschweren. Nur durch geschickt ausgeführte Culturversuche gelang es KÜHN, diesen Nachweis zu liefern.

Sehr genau hat KÜHN für *Ustilago carbo Tul.* die Keimung geschildert und a. a. O. Taf. III, Figg. 10—21 abgebildet. Der zarte Keimschlauch bildet seitlich und endständig Keimkörner (*Conidien*), bisweilen auch Nebenconidien. Oft zerfällt der Keimschlauch in Glieder, was im Grunde ebenfalls Conidienbildung ist. In neuerer Zeit haben wir von H. HOFFMANN eine sehr genaue Darstellung der Art und Weise des Eindringens der Sporenschläuche von *Ustilago carbo Tul.* in das Getreidekorn erhalten[1].

Alle Untersuchungen haben aber die Kenntniss der systematischen Stellung der Gattung *Ustilago* wenig gefördert. Wenn ich dafür zahlreiche Beiträge geben kann, so kann ich zugleich an diesem Beispiel zeigen, dass die Kenntniss der ganzen Lebensgeschichte der Parasiten, nicht nur in der Nährpflanze, sondern auch unter ganz anderen Bedingungen von höchster praktischer Wichtigkeit ist.

Die Keimung der Brandsporen ist je nach der angewendeten Substanz etwas verschieden, ebenso aber nach dem Grade des Zutritts der Luft. Noch verschiedener sind nach den so eben genannten Bedingungen die Producte, welche aus den Keimlingen hervorgehen.

Auf stickstoffarmen und nicht zu nassen Substanzen, so z. B. auf Stärkekleister, ist die Keimung so, wie ich sie auf Taf. III. Fig. 1. *a—r* wiedergegeben habe. Es tritt ein dünner oder dickerer Schlauch hervor, welcher bisweilen in Glieder sich abtheilt (*b. k* Fig. 1. Taf. III), meistens aber fadenförmig wird, sich oft verzweigt und an seinem Ende sowie am Ende der kleinen Zweige je eine eiförmige Conidie bildet (*a. c. e. f. g. l* [illegible] Fig. 1. Taf. III). Diese Conidien trennen sich sehr leicht ab, daher sieht man, wie die Figur es zeigt, zwischen den Keimlingen überall Conidien umherliegen. Die Keimung tritt bei gewöhnlicher Zimmertemperatur im Winter [illegible] Stunden ein.

Ist die Substanz [illegible] so sind die Keimschläuche dick, [illegible] Glieder. Fig. 2, Taf. III [illegible] Keimung [illegible] theilweise.

Oft sind die Keim[illegible] aus kugeligen Gliedern zusammengesetzt [illegible] Fig. [illegible] Einschnürung und Scheidewandbildung [illegible] leicht verfolgen kann.

[1] [illegible] Landwirthschaftl. Jahr[illegible]

Jedem späteren Glied entspricht ein glänzender, wegen der trüben Beschaffenheit des Plasma nicht immer sichtbarer Kern.

Im Innern von Flüssigkeiten werden die Keimschläuche dünner, länger, langgliedriger und schnüren weit später, ja oft gar nicht, *Conidien* ab. Solche dünne Fäden entstehen z. B. in der Milch, im Zuckerwasser u. s. w.

Die Keimfäden anastomosiren vielfach und bilden bald einen aus dicken, vielfach verzweigten und verschlungenen Fäden bestehenden Filz. Dieser Filz schnürt an allen freien Fadenenden anfangs einzelne, bald von einer Stelle 1—4 eiförmig-lancettliche *Conidien* ab (Fig. 3, Taf. III). Anfänglich sind sie, wie gesagt, breitlancettlich oder eiförmig, am 3ten Tage und den folgenden nehmen sie immer mehr und mehr langgestreckte, schmal lancettliche Gestalt an und krümmen sich häufig ein wenig. Die Abschnürung findet jetzt nicht nur an den Zweigenden, sondern häufig an den Anschwellungen der dicken Fäden (*a*, Fig. 3, Taf. III) statt. Einer solchen Anschwellung entspricht meist eine grosse *Vacuole*.

In diesem Stadium treten die *Conidien* merkwürdig regelmässig in *Tetraden* (*t*, *s* Fig. 2, Taf. III) auf.

Die *Conidien* beginnen gleich nach ihrer Abschnürung zu keimen (Fig. 4, Taf. III), indem sie mässig dicke Keimschläuche treiben. Diese regelmässige Keimung findet aber nur auf festem Boden statt. Im Innern einer Flüssigkeit wie Zuckerlösung, Glycerin u. s. w. entsteht aus den entlassenen Kernen der *Conidien* ein grobkörniger *Micrococcus* (Fig. 32, Taf. II). Dieser bringt im Stärkekleister schwache Säurebildung hervor und schwillt dabei zu kleinzelliger *Cryptococcus*-Hefe (Fig. 32) an. Man unterscheidet diese Hefezellen nur schwer von denjenigen, welche wir bei *Sphacelia segetum* kennen lernten, jedoch sind sie kleiner, zuletzt ebenfalls zweikernig.

Die Fäden werden da, wo sie auf flüssigem Boden vegetiren, ohne sich in die Luft zu erheben, kurzgliedrig; die Glieder sind dabei sehr selbstständig, lösen sich leicht ab und haben meist leierförmige Gestalt (Fig. 5, Taf. III). Die abgelösten Glieder keimen, wenn sie an der Luft liegen, und bringen dann ganz ähnliche Keimlinge hervor wie die lancettlichen *Conidien*.

In der Flüssigkeit keimen sie aber nicht eigentlich, sondern bilden neue Glieder (*l*, Fig. 5, Taf. III). Die leierförmige Zelle (*l*) theilt sich durch eine Scheidewand, sowohl am Faden als nach ihrer Ablösung. Das nämliche findet sehr oft auch bei den länglichen *Conidien* statt, wodurch die Pflanze noch mehr das Ansehen eines *Fusidium* erhält.

Die *Conidien* strecken sich immer mehr in die Länge und treten in immer grösserer Anzahl neben einander auf, so dass zuletzt bis 20 und

mehr *Conidien* von einer Zelle entspringen. Dabei wird die Endzelle, welche als Tragfaden der *Conidie* dient, keulig und langgestreckt, so dass sie oft dem Pinsel eines *Aspergillus* gleicht, wie Fig. 6, Taf. III es zeigt. Dieser Conidienträger bildet eine (Fig. 8, Taf. III) oder mehre (Fig. 6, Taf. III) grosse *Vacuolen* aus.

In der eben geschilderten Form kommen aber die Conidienpflanzen nur dann zur Ausbildung, wenn sie auf einer flüssigen oder breiartigen Materie gekeimt sind, so dass sie schwimmen oder untergetaucht sind und nur die Conidienträger sich über die Oberfläche erheben. Auf trocknem nur wenig feuchtem Boden, bilden die Conidien sich in langen Ketten, je eine am Ende eines Zweiges (Fig. 7, Taf. III) aus. Die Conidien bräunen sich und werden gegen das Ende der Kette immer kleiner und kürzer, zuletzt kugelig (Fig. 7, Taf. III). Sie scheinen also in ihrer Entwickelung von den in der Flüssigkeit entstandenen Conidien sehr verschieden zu sein; dem ist aber nicht so, wenn man beachtet, dass die Ketten sich an der Basis vermehren, dass also die kugeligen Conidien die ältesten sind. An dem Tragfaden der im Wasser schwimmenden Keimlinge werden aber anfangs ebenfalls kugelige oder eiförmige, erst später lanzettliche Conidien ausgebildet; der ganze Unterschied besteht also nur darin, dass an der Luft die Kettenglieder vereinigt bleiben und sich bräunen, während in der Flüssigkeit sie sich sofort nach ihrer Ausbildung vom Tragfaden trennen. Dieser Unterschied ist aber kein diesem Pilz eigenthümlicher, sondern ein ganz allgemeiner. Gen[illegible] [illegible] Leptothrixketten, die [illegible] Gliederhefe *Arthrococc*[illegible]

[illegible] Anderes als das *Oidium* [illegible] hervorruft und [illegible] angetroffen wird. [illegible] von einem [illegible] radial ver- [illegible] kleinen Scheibe [illegible] Faden, anfangs [illegible]

[illegible] der Brandsporen, [illegible] stattfindet.

[illegible] Substrat in eine [illegible] aber ihre [illegible] ungegliederte [illegible] Zwei- [illegible] Coni- [illegible] diese Conidien

einzeln (*f* Fig. 9, Taf. III), dann zu 2—3, zuletzt zu 10—12 am Ende des Zweigs beisammen, so dass sie ein von Luft umgebenes Köpfchen bilden. Die Tragzweige sind anfänglich einfach, darauf wie der Hauptfaden wirtelig verzweigt. Fäden und Conidien sind anfangs blass oder farblos, allmählich aber nehmen sie eine gelbe bis rothgelbe Farbe an. So stellt der Pilz das *Stachylidium parasitans* dar, welches genau ebenso nach Aussaat von *Aspergillus–Eurotium* auf trockenem Boden entsteht.

Ich habe in der Botanischen Zeitung von diesem Pilz eine genaue Beschreibung gegeben, auf welche ich hier verweisen muss[1]. Unsere Fig. 10 zeigt einen Fruchtzweig dieses *Stachylidium*, wie derselbe erscheint, wenn man ihn vorsichtig in Luft betrachtet. Bei *sp* Fig. 10, Taf. III sieht man einige Conidien noch am Tragfaden befestigt, andere abgelöst daneben liegend. Man hat dieses Bild selten deutlich, weil die in Form eines Köpfchens simultan abgeschnürten Conidien durch Adhäsion so viel Luft an sich ziehen, dass diese, selbst wenn man den Pilz in Luft betrachtet, durch eine grosse Luftkugel (*sp b* Fig. 10, Taf. III) zusammengehalten werden.

Man kann den zuletzt schön orangeroth gefärbten Pilz leicht in einem Probiergläschen, welches durch einen mit Wasser getränkten Baumwollenstopfen geschlossen ist, erziehen; doch muss diese Cultur im höchsten Grade vorsichtig unternommen werden; man muss besonders dafür sorgen, dass von den Blättern und Spelzen der Getreidepflanzen nichts mit in das Glas gelange, sonst überwuchern verschiedene andere Parasiten, so z. B. häufig *Torula rufescens Fres.*, *Sporendonema casei*, *Cephalothecium candidum* und *roseum* etc. die Keimlinge der Brandsporen.

Die Form des *Stachylidium* ist übrigens nach dem Grade der Feuchtigkeit sehr verschieden. In sehr feuchter Luft oder bei nasser Beschaffenheit der Wände des Glases sind die Sporenzweige, die anfangs gewöhnlich unregelmässig stehen (Fig. 11, Taf. III), sehr dicht gedrängt und dick (Figg. 12—15, Taf. III). Man erkennt trotzdem sehr bald die charakteristische wirtelige Stellung der Zweige des *Stachylidium* (Fig. 14, Taf. III) aber die Conidien treten in kleinen Ketten auf (Figg. 11, 12, 14, Taf. III) und sind langgestreckt, spindelförmig oder sichelförmig und sehr häufig mit 1 — 3 Querwänden versehen. Diese Form würde also ebenfalls zu *Fusidium* (*Alysidium*) gerechnet werden. Oft sind die *Fusidium*-Zweige oder *Alysidium*-Ketten so gedrängt, dass man nur büschelige Anordnung erkennt (Fig. 13, Taf. III) und die Wirtelstellung nicht mehr klar hervortritt.

Gelangt das *Stachylidium* durch Verbreitung seiner Fäden auf einen feuchten und nahrhaften aber stickstoffarmen Boden, so z. B. vom Rande

---

[1] Mykologische Studien. Botan. Ztg. 1866. Nr. 21. Taf. VII, Figg. 18—22.

eines Culturgefässes auf darin enthaltenen Stärkekleister, so treten die Fäden zu Büscheln zusammen, verästeln und verzweigen sich nicht mehr, sondern bilden, wo mehre solche Büschel auf einanderstossen, einen dickeren oder dünneren Stamm (Fig. 17, Taf. II), der am oberen Ende wieder in Form von Einzelfäden auseinander tritt (*c* Fig. 17, Taf. II). Am Ende jedes Fadens bildet sich eine Kette kugeliger Sporen aus (*s p* Fig. 17, Taf. II). Diesen Pilz habe ich als *Sporocybe pusilla* beschrieben. Er entsteht als höchstens 1''' hohes Gebilde auf trockenem Stärkekleister nach Aussaat von *Aspergillus-Eurotium* sowie nach Aussaat vom *Ustilago carbo Tul.*

Diese Entwickelungsgeschichte gewinnt an Interesse im Vergleich mit *Stysanus stemonitis*, von dem ich (Botan. Zeitung 1866. Nr. 21) gezeigt habe, dass ihm ebenfalls ein *Stachylidium* (mit schwarzbraunen Sporen), sowie diesem ein *Fusidium* vorhergeht.

Alle bisher erwähnten Conidien, die, welche unmittelbar an den Keimschläuchen der *Ustilago* abgeschnürt werden (Fig. 1, Taf. III), sowie die in grösserer Anzahl am Tragfaden abgeschnürten (Figg. 6. 3, Taf. III) wie die des *Fusidium* (Figg. 12—15 *n*, Taf. III), des *Stachylidium* (Fig. 10, Taf. III) und des *Oidium albicans* (Fig. 7, Taf. III) sind gleichwerthig in Bezug auf das aus ihrer Keimung hervorgehende Product und darin liegt der beste Beweis für ihre Zusammengehörigkeit, wenn es dessen noch bedarf.

Dieses Product ist ein gegliederter, unregelmässig abwechselnd länger oder kürzer verzweigter Faden (Figg. 16, 17, Taf. III), dessen Endzellen stärker anschwellen (*x*) und sich mehrfach nach einer (*s p* Fig. 17) oder nach mehren Dimensionen (*s t* Fig. 17) septiren, so dass eine Frucht entsteht, welche einem *Septosporium* oder *Stemphylium* oder, wenn nur eine Theilungsrichtung vorhanden, einem *Sporidesmium* entspricht.

Die Gestalt dieser Frucht ist ungemein verschieden. Bisweilen entstehen sie nicht nur endständig, sondern auch interstitiell. Sie sind hellbraun bis schwarzbraun gefärbt. Bei schwächerer Ernährung behalten sie meist die spindelige Gestalt einer Sporidesmiumfrucht; sie sind dann schmal, hell, durchsichtig (Fig. 18, Taf. III), blass, jede Zelle zeigt einen deutlichen Kern.

Genau dieselbe Pflanze kann man aus *Oidium albicans* von den Soor-Membranen erziehen. Ebenso erhält man dasselbe *Sporidesmium-Stemphylium*, wenn man *Aspergillus* oder *Eurotium* auf Stärkekleister cultivirt. Nur an ganz trockenen Stellen entsteht *Stachylidium* und zuletzt *Sporocybe pusilla m.*, im Innern des Kleisters und an allen nassen Stellen bildet sich *Oidium albicans* und daraus das *Stemphylium*. Noch muss ich hinzufügen, dass das *Oidium albicans* insofern sich von den übrigen Conidienpflanzen etwas verschieden verhält, als seine Hyphen, wenn die Conidien-

ketten abgefallen sind, aus den Stielzellen (Fig. 16, Taf. III) unmittelbar Stemphyliumfrüchte ausbilden können.

Das soeben geschilderte *Stemphylium* kann man häufig aus dem Kahm oder der Hefe des Weins erziehen. Es entsteht dann aus den Keimlingen der Hefezellen zuerst *Oidium albicans*, darauf *Stemphylium*. Dieser Umstand ist beachtenswerth, da er zeigt, dass man aus Brandsporen von *Ustilago carbo Tul.* leicht gute Weinhefe erziehen kann.

Das *Stemphylium* keimt ganz in der für diese Fruchtform bekannten Weise, indem jede Theilspore einen Schlauch austreibt, ohne sich von der Gesammtfrucht zu trennen. Ebenso keimt die noch junge Frucht *Sporidesmium*).

Uebrigens bildet sich die *Sporidesmium-Stemphylium*-Pflanze auch ohne Weiteres aus den Keimlingen der *Ustilago*-Sporen, wenn dieselben nicht gerade in einer dünnflüssigen, sondern in einer breiartigen und dabei nahrhaften Substanz vegetiren.

Schon in einer nahrhaften Flüssigkeit werden an der Oberfläche bei gedrängter Lage die Keimlinge glänzend, kurzgliedrig und zerfallen in leierförmige Zellen (Fig. 5, Taf. III). Diese Zellen entstehen ebenso, wenn man *Aspergillus-Eurotium* auf demselben Substrat cultivirt. Sie theilen sich oft noch am Faden durch eine Scheidewand (*l* Fig. 5, Taf. III), so dass lange Ketten kugeliger Zellen entstehen (Figg. 19, 20, 21, Taf. III). Am besten verwendet man als Substrat Stärkekleister, dem etwas Auflösung von weinsteinsaurem Ammoniak beigefügt ist. Ist der Brei dünner, so sieht man oft in jeder Zelle einen grossen, glänzenden und blass grünlich gefärbten Kern (Fig. 19, Taf. III), dessen Theilung man deutlich beobachten kann, wenn die Leierzelle sich theilt. Nicht selten septirt die Zelle sich auch in der Längsrichtung, ja mehrfach, wie Fig. 19 *a*, *b* dafür die ersten Stadien veranschaulicht. Ist dagegen der Brei sehr trocken, was für die Cultur günstiger, so sieht man nur ein körniges Plasma in jeder Zelle (Figg. 20, 21). Die mehrfachen Septirungen sind hier gleich anfangs häufiger. Gelangen diese Fäden nicht an die Luft, so zerfallen sie in kugelrunde Glieder, welche farblos sind oder oft blass rosenroth gefärbt. Hie und da jedoch bräunen sie sich, um so tiefer, je trockener die Substanz ist und nun bilden die Glieder, welche sehr ungleich anschwellen, sich zu interstitiellen und endständigen, mehrfach septirten, ganz unregelmässigen und verschieden grossen Früchten aus, wie man sie in Fig. 28, Taf. III abgebildet findet. Lange Ketten von Gliedern bleiben oft klein, tiefbraun, kugelig, mit einem Wort, sie bilden den Staubbrand. Es ist dieses Bild genau dasselbe, welches man in der jungen, vom Brand ergriffenen Blüthe wahrnimmt, nur dass dort die mehrfache Septirung nicht so häufig ist. Fig. 22 zeigt ganz junge Ketten aus einer Brandähre.

Diese unregelmässigen Bildungen entstehen aber nur im Innern des Breies. An der Luft bilden die Fäden überall an kleinen Seitenzweigen endständige, weit seltener interstitielle Sporangien in der *Sporidesmium-Stemphylium*-Form aus Fig. 23, Taf. III [illegible]. Diese stehen einzeln am Ende oder in kleinen Ketten *k* Fig. 23, Taf. III, das letzte besonders dann wenn sie die Form des *Sporidesmium* haben. Die Form scheint nur von der kräftigeren oder schwächeren Ernährung abzuhangen.

Ausser diesen Früchten sieht man bisweilen, aber weit seltener, einzelne endständige Zellen *b*, welche ursprünglich zu *Stemphylium*-Früchten bestimmt scheinen, sich aber niemals dazu ausbilden, sondern stark anschwellen und ihren Kern vielfach theilen, ohne Scheidewände zu bilden *b* Fig. 23, Taf. III. Nun trennt sich der Primordialschlauch von der Wand und schwebt als eine mit körnigem Plasma erfüllte Kugel in der Mitte derselben Fig. 24. Selten sieht man zwei solche Zellen über einander, so dass es scheint, als ob die begonnene Ausbildung zum Sporangium wieder sistirt würde.

Ich halte diese Zellen für die Befruchtungszellen des *Eurotium*, mit denen sie die grösste Aehnlichkeit zeigen. Um diese Ansicht zu stützen, müssen wir zunächst einen Rückblick auf *Aspergillus-Eurotium* werfen.

Ich habe früher gezeigt, dass *Aspergillus* in breiartigen Medien eine Conidienpflanze ausbildet, deren Conidien durch das Zerfallen leierförmiger Zellen zu Stande kommen, genau wie bei *Ustilago* bis zur Ununterscheidbarkeit [illegible]. Ferner zeigte ich, dass diese Conidienpflanze ein *Stem-*[illegible] genau unter denselben Umständen, in derselben Weise und der Form nach ununterscheidbar, hervorbringt [2]. Bei der grossen Wichtigkeit der Sache habe ich es aber nicht für überflüssig gehalten, [illegible] genauere und ausführlichere Abbildungen in unseren Figg. 26–2[illegible] von [illegible], wie es durch Aussaaten von *Asper-*[illegible] auf Kleister aus der [illegible] hervorgeht, mitzutheilen. Man sieht an der Luft regelmässige [illegible]- und *Stemphylium*-Früchte Figg. 2[illegible], 27, Taf. III entstehen, während im Innern des Breies sich [illegible] Fig. 28, Taf. III ausbildet, in dessen Sporenketten [illegible] Glieder durch mehrfache Septirung zu zusammengesetzten Sporen werden. Auch [illegible] von mir für Befruchtungszellen gehaltenen Zellen Fig. 2[illegible] kommen hier vor. In flüssigen Medien entsteht [illegible].

[1] [illegible] XIII [illegible] Figg. 1[illegible]—14, 16, 19—21 [illegible]

[2] [illegible] XIII [illegible] 4[illegible] Taf. 1, Figg [illegible]

[3] [illegible] des menschlichen Kor- [illegible]

Aus *Oidium albicans* von den Soor-Membranen oder bei Diphteritis oder von Diabetes entsteht auf Kleister immer dasselbe *Stemphylium-Ustilago;* aus *Trichophyton tonsurans* und *Microsporon furfur*, den beiden Pilzen, welche den *Herpes tonsurans* und die *Pityriasis versicolor* verursachen, entsteht in flüssigen Medien stets *Oidium albicans*, auf Kleister stets das *Ustilago-Stemphylium.* Alle diese Gebilde gehören zusammen, wie ich an einem anderen Ort ausführlich gezeigt habe.

Ich habe ferner gezeigt, dass auf nicht nassem Boden die Keimlinge von *Aspergillus* genau in derselben Weise wie die des *Ustilago* ein sich in die Luft erhebendes *Fusidium-Stachylidium* bilden[1]) und dass aus diesem auf feuchtem Boden sich das Stämmchen der *Sporocybe pusilla* erhebt. Bisweilen sind die *Stachylidium*-Pflanzen äusserst zart und umwinden auf trocknen Pflanzenstengeln die *Aspergillus*-Pflanzen, wie Fig. 37. Taf. III an einem Beispiel zeigt.

Man findet an schimmelnden Pflanzenstengeln sehr häufig *Eurotium, Aspergillus* und *Stachylidium* auf der Oberfläche, während das *Septosporium* im Innern vegetirt. Auch die *Chaetostroma,* deren Zusammenhang mit der hier entwickelten Formenreihe noch nicht aufgeklärt ist, entsteht auf Kleister nach Aussaat beider Pilze, sobald der Kleister einzutrocknen beginnt.

Es musste sich mir zunächst die Frage aufdrängen, ob auch die Keimlinge des *Ustilago* durch einen Befruchtungsact das *Eurotium* hervorzubringen vermögen und wie sich die Eurotium-Kugel zur Stemphyliumfrucht verhalte. Auch die Lösung dieser Fragen ist mir jetzt gelungen. Man erhält aus dem Staubbrand stets *Eurotium*, sebald man die dafür günstigen Bedingungen herstellt; diese sind: geringer Luftzutritt und feuchte Luft bei trockner oder sehr schwach feuchter Unterlage. Man kann das am besten erreichen, wenn man Brandähren unter einer Glasglocke in feuchte Luft bringt und die Glocke nicht eher öffnet, bis sich auf der Aehre Schimmel gebildet hat. Hier sieht man lange Fäden, denen des *Oidium* ähnlich, aber sehr langgliedrig, ja fast ungegliedert. Sie zeigen grosse Neigung sich zu vereinigen, zu verfilzen und schneckenförmig aufzurollen. Hie und da tragen sie, meist auf kleinen Seitenzweigen, Befruchtungszellen, welche (Figg. 30, 33, Taf. III) anfangs nur eine einfache Membran mit körnigem Inhalt erkennen lassen. Diese Zellen werden von mehren Zweigen schneckenförmig umwunden, so dass sich der Befruchtungsact nur sehr unvollständig beobachten lässt (Figg. 31, 32, Taf. III).

Was ich davon ausfindig machen konnte, habe ich in NOBBE's »landwirthsch. Versuchsstationen« mitgetheilt. Es sondert sich im Innern der Zelle eine Befruchtungskugel aus.

---

1) Botan. Zeitg. 1866, Nr. 21.

Mehre Fadenzweige legen sich dicht an die Zelle und scheinen sie zu durchbohren, um bis zur Befruchtungskugel vorzudringen. In dieser geht ein Theilungsprocess vor sich, ebenso aber in dem Zwischenraum zwichen der Kugel und der äusseren Zellenwand, so dass alles Weitere undeutlich bleibt.

Die ausgebildeten *Eurotium*-Kugeln haben die bekannte Form und Grösse. Was aus der Keimung der *Thecasporen* hervorgeht, lässt sich schwer bestimmen, da man bei Aussaat von *Eurotium* nie sicher ist vor der Einmengung anderer Glieder dieser grossen Formenreihe. Es entsteht aber immer *Aspergillus* nach dem ersten Auftreten des *Eurotium* und sicherlich geht der *Aspergillus* nicht direct aus den Ustilago-Sporen oder deren Conidien hervor. Niemals erhält man *Aspergillus* nach einer Aussaat von *Ustilago*, wenn nicht zuvor *Eurotium* auftrat; in diesem Fall aber stets. Das *Eurotium* scheint also zur Hervorbringung des *Aspergillus* unumgänglich nothwendig zu sein.

Die *Stemphylium*-Frucht ist insofern der Eurotium-Kugel analog, als beide von einer und derselben Generation entspringen, nämlich von den Keimlingen der Ustilago-Sporen oder Aspergillus-Sporen. Es scheint aber auch die Anlage zur Stemphylium-Frucht die nämliche zu sein wie die zur Eurotium-Kugel. Die Ausbildung des *Sporidesmium-Stemphylium* einerseits und des *Eurotium* andererseits hängt bei gleicher Ernährung lediglich vom Feuchtigkeitszustand des Substrats und der Luft ab. Im breiartigen Substrat entsteht das *Oidium* mit leierförmigen Zellen und *Stemphylium*, an der Oberfläche flüssigen Substrats das *Oidium albicans* mit spindeligen und kugeligen Kettengliedern und *Sporidesmium*, auf fast trocknem Substrat in feuchter Luft das *Eurotium*, dessen Ausbildung am besten von Statten geht, wenn das Substrat erlaubt, dass die Fäden sich als Gespinnst, so z. B. von Haar zu Haar oder von Stengel zu Stengel u. s. w. verbreiten.

Aus der Keimung des *Stemphylium* scheint wieder *Oidio-Stemphylium*, vielleicht auch *Sporocybe*, hervorzugehen, ebenso aus dem *Sporidesmium* unter gleichen Verhältnissen; doch ist es sehr schwer, die Producte der Keimung zu verfolgen und rein zu erhalten. Figur 43, Taf. III zeigt eine gekeimte *Sporidesmium*-Frucht von *Ustilago carbo*.

Aus der ganzen bisherigen Darstellung ist klar geworden, dass *Aspergillus* und *Eurotium* zwei wesentliche Fruchtformen eines Pilzes sind, dass *Aspergillus* als die *Acrosporen*-Pflanze, *Eurotium* als die *Thecasporen*-Pflanze anzusehen sind, während *Ustilago*, nur eine *Oidium*- oder *Arthrosporen*-Pflanze darstellt, also von untergeordneter Bedeutung ist. Ebenso sind *Stachylidium* und alles, was damit zusammenhängt, als Conidienpflanzen, ja vielleicht selbst das *Sporidesmium-Stemphylium*, von untergeordneter Bedeutung.

Was aus den Sporen der *Sporocybe pusilla m.* hervorgeht, habe ich nicht ermitteln können.

Ob die *Chaetostroma* in diese Reihe von Formen gehört, ist noch weiter zu untersuchen.

Ustilago entsteht auf dem Getreide und in der Grasblüthe als Parasit; auf Zuckerwasser, Kleister u. s. w. aber als »*Saprophyt*« genau in derselben Form; eines der unzähligen Beispiele, die man beibringen könnte, um zu zeigen, dass jene Eintheilung überhaupt nicht stichhaltig, in der Natur der Pilze nicht begründet ist. Ebenso wenig lässt sich, wie man sieht, die Gruppe der *Ustilagineen* aufrecht halten.

Cultivirt man den Staubbrand längere Zeit in einem Gefäss von Glas oder Porzellan, so bildet sich am Rande desselben ein zierliches strahliges grünliches Gewebe, welches nichts anderes ist als das *Sporotrichum fenestrale* der Autoren. Hie und da kommt es zur Ausbildung kleiner brauner Brandsporen.

Die Maassregeln, welche man gegen den Brand zu ergreifen hat, sind einfache und für alle Brandarten die nämlichen. Gutes Saatgetreide ist vor allen Dingen nothwendig. Nässe und starke Düngung wirken begünstigend auf die Brandpilze ein, daher muss man diese zu vermeiden suchen. Der Dünger wirkt nicht bloss durch die ihm innewohnenden oder von ihm herbeigezogenen Insecten und durch die am Stroh des frischen Düngers befindlichen Brandsporen, sondern auch durch die in ihm enthaltene, aus Brandsporen entstandene Hefe (*Micrococcus*) nachtheilig ein.

Kühn empfiehlt besonders die Anwendung alten, jährigen und gut gefeiten Samens, ferner Einbeizen in Kupfervitriol. Dass das Kupfervitriol energischer als ungelöschter Kalk und andere Mittel die Keimkraft der Brandsporen zerstören, hat Kühn experimentell nachgewiesen. Er empfiehlt eine Lösung von 1 Pfund Kupfervitriol auf 5 Berl. Scheffel Samen. Das zerstossene Salz wird in heissem Wasser gelöst und in den Bottig gethan, nachdem es mit soviel kaltem Wasser verdünnt wurde, dass das Getreide im Bottich noch eine Hand breit von der Lösung bedeckt bleibt. Nach 12 Stunden wird das Getreide ausgeworfen, ausgebreitet und häufig gewendet. Nach wenigen Stunden kann man es mit der Hand, nach 24 Stunden mit der Maschine aussäen.

b. Der Steinbrand, Weizenbrand, *Tilletia caries Tul.*

Der nur auf dem Weizen und zwar auf allen Varietäten und Arten desselben aufgefundene Steinbrand ist eine der gefürchtetsten Brandkrankheiten. Nach Kühn sollen Spelz- und Dinkelarten weniger vom Steinbrand zu leiden haben als die übrigen Sorten und der Winterweizen weniger als der Sommerweizen.

Tulasne zeigte schon, dass die Sporenbildung von *Tilletia* wesentlich verschieden sei von derjenigen bei *Ustilago* und begründete zwei verschiedene Gattungen. Der Steinbrand, auch Schmierbrand genannt, erfüllt mit seinen Sporen den ganzen Fruchtknoten und tritt daher an dessen Stelle in Form eines länglich runden, schwarzen, schmierig-stäubigen Körpers auf, welcher einen unangenehmen Geruch verbreitet. Schon Meyen beschreibt die Sporen sehr genau und richtig als anfangs wasserhelle mit vielen Kernen erfüllte Zellen, welche nach und nach eine gitterförmige *Cuticula* ausscheiden.

Meyen gelang es vollkommen, das *Mycelium* der *Tilletia* in der Weizenblüthe nachzuweisen. Er spricht mit Recht seine Verwunderung darüber aus, dass der Steinbrand nur beim Weizen, nicht bei den übrigen Getreidearten vorkomme. Ueber die Form des Vorkommens berichtet derselbe treffliche Beobachter, dass die Nähe von Wiesen, von Wäldern, sowie eine Lage des Feldes in engen, vor dem Winde geschützten Thälern den Brand begünstige. Am bedeutungsvollsten aber ist die von Meyen und vielen anderen festgestellte Thatsache, dass frischer Dünger, besonders Menschen-, Schweine- und Schafdünger alle Brandkrankheiten begünstige. Da die Excremente des Menschen und der Hausthiere sehr oft die Hefe der Brandpilze (*Micrococcus*) enthalten, so sind sie natürlich sehr geeignet, die Brandpilze auf das Getreide zu übertragen, sobald sie als Dünger angewendet werden. Schon im Jahre 1784 war von Gleichen die Contagiosität des Staubbrandes wie des Steinbrandes experimentell nachgewiesen worden.

Gleichen säete Weizen in drei verschiedenen Versuchsreihen aus: 1) mit Staubbrand oder Steinbrand, 2) nur angefeuchtet, 3) rein und trocken. Die erste Versuchsreihe ergab ein ausserordentliches Uebergewicht der brandigen Aehren, oft mehr brandige als gesunde, die dritte Reihe wenig oder gar keine Brandähren, die zweite etwas mehr als die erste. Beispielsweise führe ich folgenden Versuch im Resultat an:

Der Sommerweizen zeigte:

1) nassgemacht und, mit Brandstaub vom Steinbrand bestreut, gesäet 339 gute, 188 brandige Aehren;

2) derselbe mit Brand von der Gerste bestreut 168 gute, 234 brandige Aehren;

3) mit Rost von der Gerste bestreut 203 gute, keine brandige Aehre.

4) nass gesäet 198 gute, 4 brandige Aehren;

5) trocken gesäet 102 gute, keine brandige Aehre.

Dass Meyen von dem Vorhältniss der Brandpilze zu ihrem Substrat noch keine ganz richtige und klare Vorstellung hatte, ist um so verzeihlicher, als nicht nur bedeutende Zeitgenossen wie z. B. Unger damals ganz unrichtige Ansichten geltend machten, sondern auch bis in die

neueste Zeit grobe Irrthümer darüber verbreitet sind und zwar nicht nur in der Masse der Laien, sondern selbst unter den tüchtigsten Forschern.

JULIUS KÜHN zeigte auch für *Tilletia caries Tul.* und *T. lolii Tul.* das *Mycelium* im Innern der Nährpflanze und in Uebereinstimmung mit TULASNE, aber völlig unabhängig von ihm, die Keimung der Sporen des Steinbrandes beider Arten. Das Wesentliche der Keimung von *Tilletia caries* besteht nach KÜHN in Folgendem.

Der Keimschlauch durchbricht die Gitterspore und tritt als trüber, glänzender, einfacher oder ästiger, längerer oder kürzerer Faden hervor. Das untere Ende wird nach und nach hyalin, theilt sich durch Scheidewände in Glieder, und stirbt oft ab, während das obere acrogen fortwächst, bis es die Luft erreicht. Die Länge des Keimfadens hängt also besonders von der Nähe oder Entfernung der Luft ab. An der Luft spaltet sich das Ende des Schlauches in etwa 8—12 fadenförmige, glänzende Conidien, welche KÜHN wegen ihrer Vereinigung an der Basis Kranzkörperchen « nennt.

Oft verbinden sich dergleichen Kranzconidien schon am Tragfaden durch seitlich sprossenartige Anastomosen, so dass sie meist paarweise vom Keimschlauch abfallen. Sie keimen durch einen oder mehre Seitenäste oder auch durch einfache Verlängerung zu einem Faden. Am Ende dieses secundären Keimfadens und seiner Zweige entwickeln sich rundliche oder längliche Conidien, deren also jedes Kranzkörperchen eine oder mehre hervorbringen kann. Die Conidien keimen direct oder durch Nebenconidien.

Es lässt sich soweit gegen die von TULASNE und J. KÜHN mitgetheilte Keimungsgeschichte der *Tilletia* nichts einwenden. Bringt man die Sporen vorsichtig so in feuchte Umgebung, dass die Keimschläuche sich in der Luft entwickeln können, so entstehen stets die Kranzkörperchen; aber auch nur in diesem Fall. Die Entwickelungsgeschichte des Keimlings ist daher noch ganz unvollständig.

Ich unternahm im vorigen Jahr eine Reihe von Untersuchungen über *Tilletia*, welche im laufenden Jahr wiederholt und bestätigt worden sind, so dass ich deren Resultate hier mittheilen und verbürgen kann.

Zunächst ist hervorzuheben, dass die *Leptothrix*- und Hefebildungen der *Tilletia* bisher ganz übersehen worden sind; sie verdienen aber ganz besondere Beachtung. *Leptothrix*-Ketten entstehen überall, wo man *Tilletia* aussäet, auf den verschiedensten Substanzen, unter den verschiedensten Bedingungen. Will man ihre Entstehung aber rasch und sicher studiren, so verfährt man am besten, wenn man eine Portion von Sporen des Steinbrandes auf dem Objectträger in einen Wassertropfen säet, den man öfter fast ganz eintrocknen lässt und dann erneut. In zwei bis drei Tagen hat man die schönste Entwickelungsgeschichte der nun entstan-

denen *Leptothrix*-Gebilde. Auch auf Kleister kann man diese sehr gut studiren.

Während einzelne Sporen normale oder abweichende Keimschläuche treiben, sieht man andere den grossen Inhaltskern, d. h. das *Endospor* (*a* Fig. 40, Taf. III), durch fortgesetzte Zweitheilung (*b*, *c* Fig. 40, Taf. III) in zahlreiche glänzende, kleine Plasmakerne zerfallen. Es gelingt leicht, diese durch Druck aus dem Epispor herauszudrücken (*d* Fig. 40. Taf. III). Sie haben zuletzt die Grösse der *Micrococcus*-Zellen von *Mucor racemosus*, d. h. man kann bei Vergr. 800 lineare deutlich ihren Umriss erkennen (*e* Fig. 40, Taf. III). Nun werden sie in der Flüssigkeit spontan von ihrem Epispor entlassen (*f* Fig. 40, Taf. III) und liegen als kugeliger Ballen anfangs neben der leeren Hülle. Da sehr viele, namentlich die noch nicht ganz reifen Sporen dergleichen Kerne entlassen, so erscheint sehr bald die ganze Flüssigkeit punctirt.

Die so entlassenen Kerne sind bewegungslos und vermehren sich an dem Punct, wo sie ausgeworfen sind, durch Theilung. Die Theilzellen hängen an der Oberfläche der Flüssigkeit kettenförmig zusammen (Fig. 41, Taf. III), d. h. sie bilden *Leptothrix*-Ketten. Diese sind sehr zerbrechlich, krümmen sich sehr leicht und bilden daher auf den Stärkekörnern wunderlich verworrene Massen. Wo sie ganz an der Luft liegen, da keimen sie in Form sehr dünner Schläuche (*a* Fig. 41, Taf. III). Bruchstücke dieser Ketten sind der *Vibrio lineola* täuschend ähnlich, sie zeigen aber nicht die geringste Bewegung, weder spontane noch passive, denn auch die Kerne sind, wie gesagt, ganz bewegungslos.

Im Innern der Flüssigkeit werden aber die von den Kernen abgeschnürten Glieder sofort frei, d. h. sie bilden einen ziemlich grosszelligen *Micrococcus* (Fig. 42, Taf. III) von blassbrauner Farbe. Man kann leicht wahrnehmen, wie unter dem Einfluss dieser Kernhefe die Stärkekörner gelöst werden.

Die Kranzkörperchen entstehen bei der Keimung nur dann, wenn die Keimfäden die Luft erreichen. Ist das nicht der Fall, so sind die Keimlinge ganz anderer Art. Figg. 44—47, Taf. III zeigen die Keimung im Kleister in vier verschiedenen Stadien. Der Keimschlauch tritt aus einer Spalte des Epispors hervor (Fig. 44, Taf. III). Nachdem er eine längere (Fig. 45, Taf. III) oder kürzere (Fig. 47, Taf. III) Strecke ungegliedert geblieben ist, treibt er eine, anfangs immer unverzweigte Kette (Figg. 41, 46. Taf. III) selbstständiger, abfallender, keimfähiger Glieder, welche man bald in Menge in der Nährsubstanz umherliegend findet.

Etwas anders ist die Keimung auf sehr stickstoffreichen Substanzen. Dort bilden sich, wenigstens im Innern derselben, längere Keimschläuche (Figg. 48, 49, Taf. III), welche sich verästeln (Fig. 49, Taf. III), sehr langgliedrig bleiben und eine Reihe glänzender Kerne (Fig. 49, Taf. III

einschliessen. Quetscht man die noch nicht gekeimten, aber mindestens 24 Stunden im Eiweiss liegenden Sporen, so tritt das sehr plastische Plasma des Endospors in Gestalt dünnerer oder dickerer, wunderlich gewundener und gedrehter Schläuche (Figg. 50, 51, Taf. III) hervor.

Wendet man eine stickstoffhaltige Flüssigkeit an, welche die Sporen nur schwach bedeckt, so z. B. bei Culturen auf dem Objectträger in Zuckerwasser mit weinsteinsaurem Ammoniak, so entstehen kurze, dicke Keimschläuche, welche sofort kugelige oder eiförmige, rasch sich bräunende Glieder abschnüren (Figg. 52, 53, Taf. III). Diese Glieder bilden durch Endsprossung eiförmige Conidien (Fig. 53, *a*, *b*, Taf. III), welche keimfähig sind und lange, dünne Fäden treiben. Bevor die Glieder sich vom Keimling trennen, septiren sie sich einmal (*s* Fig. 53, Taf. III) oder kreuzweis (*ss* Fig. 53, Taf. III) oder auch mehrfach. Man sieht sehr bald in der Flüssigkeit grosse Mengen abgeschnürter Conidien (*a*, *b*, *c*, *d* Fig. 54) und Glieder (*e*, *f*, Fig. 54, *a*, *b* Fig. 53, Taf. III). Die Glieder bilden, wenn sie zu tief in der Flüssigkeit liegen, um keimen zu können, genau in derselben Weise wie die Mutterspore *Micrococcus*. Hier kommt aber noch eine höchst interessante und für die Morphologie der Pilze wichtige Erscheinung hinzu. Während sich nämlich aus dem Kern der Conidie oder des Gliedes durch fortgesetzte Theilung der *Micrococcus* ausbildet, fährt jene noch fort, denselben Theilungsprocess durchzumachen, durch den sie entstanden ist (*a*—*d* Fig. 55, Taf. III), d. h. sie halbirt sich (*a*, *b* Fig. 55), darauf nochmals in entgegengesetzter Richtung (*c* Fig. 55, Taf. III), und so fort (*d* Fig. 55, Taf. III), so dass zuletzt grosse Ballen von *Micrococcus* entstehen, welche in Kolonien beisammen liegen.

Die Kranzkörperchen sind nichts anderes, als langgestreckte Conidien, die am Ende des Keimschlauchs hervorsprossen und abgeschnürt werden, wenn die Spore in feuchter Luft liegt, ohne nasses Substrat. Diese Form der Keimung ist also nur eine ganz untergeordnete Modification. Zwischen ihr und der sofortigen Gliederbildung (Fig. 53, Taf. III findet man auf feuchten Substraten alle möglichen Zwischenstufen. Ein gegliederter oder fast ungegliederter Keimschlauch (Fig. 57, Taf. III) bringt am Ende (*ec* Fig. 57), ebenso häufig aber auch seitlich (*sc* Fig. 57) eilancettliche Conidien hervor. Ob die Glieder und Conidien sofort keimen oder noch fernerhin Gliederfäden (*Oidium*, Fig. 58), oder Conidien (Fig. 56, Taf. III) hervorbringen, das hängt ganz von der Umgebung ab. Je nasser oder flüssiger die Unterlage ist, desto länger dauert die Bildung des *Oidium*. Die Conidien bilden sich nur an der Luft. Liegen die abgeschnürten Conidien an der Luft, so keimen sie sofort, ebenso die Glieder.

Nun entsteht zunächst die höchst wichtige Frage: Was wird aus den Keimlingen der Conidien, Glieder, Kranzconidien u. s. w.

Die Beantwortung dieser Fragen hat bisher eigentlich Niemand versucht. Man hat sich beruhigt bei der Thatsache, dass mit Steinbrandsporen verunreinigter oder absichtlich gemengter Weizen in grosser Zahl brandige Körner hervorbringe. Daraus glaubte man schliessen zu dürfen, dass die Brandsporen, und nur diese, die Ursache des Weizenbrandes seien. Dieser Schluss hat aber zwei Lücken.

Erstlich schliesst die so eben berührte Thatsache nicht aus, dass der Keimling der Brandspore eine Zwischenfrucht erzeuge, deren Keimung erst die Brandpflanze hervorbringt.

So lange man die Keimlinge nicht Schritt für Schritt bis zur Fructification verfolgte, musste diese Frage offen bleiben.

Zweitens würde, auch wenn wirklich in der Getreidepflanze die Keimlinge der Brandconidien unmittelbar wieder Brandconidien erzeugen, daraus nicht die Unmöglichkeit einer ganz anderen, zweiten, Entstehungsweise der Brandpflanze folgen. Wir haben gesehen, dass der Staubbrand im Innern einer breiartigen Nährsubstanz wieder Staubbrand erzeugt. Unter anderen Bedingungen sahen wir aber aus seinen Sporen ganz andere Fruchtpflanzen hervorgehen, die ihrerseits wieder zur Branderzeugung dienen konnten. Ganz ähnlich ist es beim Steinbrand, wie ich sogleich zeigen werde.

Die Keimlinge der Steinbrandconidien bringen in verschiedener Umgebung ganz Verschiedenes hervor. Vegetiren sie im Innern einer breiartigen Nährsubstanz, so verhalten sie sich ganz ähnlich wie die Keimlinge von *Ustilago*, d. h. sie bringen wieder *Tilletia* hervor. Von der Keimung bis zur Sprossenbildung vergehen unter solchen Bedingungen mehre Wochen. Die Keimlinge bleiben dick, trüb, gegliedert mit selbstständigen Gliedern, zerbrechlich; — mit einem Wort, sie stellen eine *Oidium*-Form dar. Es scheinen alle *Ustilagineen*-Früchte nur bei unvollkommenem oder verhindertem Luftzutritt sich auszubilden, also *Oidium*-Pflanzen oder Mittelbildungen zwischen Schimmel und Hefe zu repräsentiren.

Die so entstandenen Keimlinge der *Tilletia* verzweigen sich, bald regelmässiger (Fig. 60, Taf. III), bald unregelmässiger (Fig. 59, Taf. III). Das Ende jedes Zweiges bildet eine grosse Spore aus (Figg. 59, 60, Taf. III), welche durch Anschwellung und Abschnürung der kurzen Endzelle entsteht. Die Spore trennt sich zuletzt vom Tragfaden (*sp*, Fig. 60, Taf. III) und sondert allmählich eine gitterförmige Sporenhaut (Epispor) aus, wodurch sie zur Steinbrandspore wird.

Ganz anders, wenn die Keimlinge an der Luft vegetiren. Ist das Substrat ziemlich trocken, breiartig und nicht zu stickstoffarm, so sind die Keimfäden dick, dichotomisch und tragen an den langen, in die Luft

hinausragenden Astenden grosse Anschwellungen, welche sich zu Sporangien des *Mucor racemosus Fres.* ausbilden.

Ist dagegen das Substrat flüssig, so bleiben die Keimfäden dünn und entwickeln an der Luft an den Enden der Aeste und Zweige Pinsel von *Penicillium crustaceum Fr.* Auch auf festem, stickstoffreichem oder wenigstens nicht stickstofffreiem Substrat tritt bisweilen an einzelnen Stellen neben *Mucor* das *Penicillium* auf; dieses entsteht aber später als jener und in diesem Fall nicht aus den Keimlingen der Sporen, sondern aus Keimlingen der *Leptothrix*-Fäden.

Nach dieser Entwickelungsgeschichte stellt sich folgender Parallelismus zwischen *Tilletia* und *Ustilago* heraus. *Tilletia* und *Ustilago* sind beide *Oidium*-Formen im Sinne der Gährungslehre, d. h. sie bilden sich nur im Innern der Nährsubstanz, nicht an der Luft in dieser Fruchtform aus. *Tilletia* steht in ähnlichem Verhältniss zu *Penicillium* und *Mucor racemosus Fres.* wie *Ustilago carbo Tul.* zu *Aspergillus* und *Eurotium*. *Penicillium-Mucor* und *Aspergillus-Eurotium* sind die Schimmelformen zu jenen *Oidien*.

Da *Tilletia* und *Ustilago* nicht bloss innerhalb der Nährpflanzen, sondern auch ausserhalb derselben in einem nährenden Substrat sich ausbilden können, so sind sie in einem Fall als Parasiten, im andern als *Saprophyten* zu betrachten, und diese Unterscheidung erweist sich auch hier wieder als sinnlos [1]. Noch ist aber das Verhältniss des *Penicillium-Mucor* zur *Tilletia* in absteigender Linie zu erörtern, d. h. die Frage, ob und auf welche Weise man aus *Penicillium* oder *Mucor racemosus Fres.* die *Tilletia* erziehen könne.

Diese Frage glaube ich vollständig lösen zu können. Ich wusste längst, dass bei Culturen des *Penicillium crustaceum Fr.* auf Stärkekleister stets nach einigen Wochen Sporen in grosser Masse im Kleister gebildet werden, welche den Gittersporen der *Tilletia* überaus ähnlich sind, wenn man sie eintrocknen lässt; nur war mir früher ihr Ursprung dunkel. Cultivirt man auf stickstoffhaltigem Kleister längere Zeit das *Penicillium*, so entstehen in der Luft in grosser Menge die *Macroconidien*, aus denen durch Keimung *Mucor racemosus Fres.* hervorgeht (Fig. 8, Taf. V). Bisweilen sieht man sie sogar neben Sporenpinseln von *Penicillium* an einem und demselben Faden auftreten. Sie sind sofort keimfähig und erzeugen *Mucor racemosus Fres.* mit interstitiellen *Conidien* (*Gemmen auct.*) und endständigen Sporangien.

Auch im Innern des genannten Substrats sieht man jene *Macroconidien* sich ausbilden, aber in etwas anderer Form (Fig. 20, Taf. V). Ihre Tragfäden

[1] Weit richtiger wäre es, die Pilzformen als *Aërophyten* und *Entophyten* oder *Anaërophyten* zu unterscheiden.

sind kürzer und stehen gedrängter, oft fast pinselig, und sie scheiden schon am Faden ein gitterförmiges Epispor aus. Sie keimen nicht sofort. Trocknet der Kleister aus, so bräunen sie sich stark. Sie erhalten starken Glanz wie jene *Macroconidien*. Es sind die Sporen des Steinbrandes, wie man beim Vergleich leicht wahrnimmt. Sie sind als Dauersporen aufzufassen, und ich nenne sie *Macrosporen* zum Unterschied von den *Macroconidien*, mit denen sie einen Ursprung haben, und im Gegensatz zu den Pinselsporen, an deren Stelle sie stehen.

Es ist offenbar die *Aspergillus*-Pflanze analog der *Penicillium*-Pflanze, und beide sind aërophytische *Acrosporen*-Pflanzen; ebenso ist das *Sporodesmium-Stemphylium* analog dem *Mucor racemosus Fres.*, und beide sind aërophytische *Thecasporen*-Früchte; drittens ist *Ustilago carbo Tul.* analog der *Tilletia*, und beide sind die anaërophytischen Sporenpflanzen. Nun fragt sich, hat die Generationsreihe: *Penicillium-Mucor-Tilletia* auch eine dem *Eurotium* entsprechende geschlechtliche Befruchtung. Auch diese Frage kann ich in der That bejahen.

Wenn man *Penicillium* auf ein in sehr dünner Zuckerlösung schwimmendes Stück gekochtes Fleisch aussäet oder in dieselbe Lösung, der einige Stücke Albumins in fester Form oder etwas Hühnereiweiss zugesetzt sind, so entstehen überall da, wo *Penicillium* auf dem festen, stickstoffreichen Boden keimt, in die Flüssigkeit hinauswachsende Keimlinge mit *Macroconidien* (Fig. 13, Taf. V), welche an dichotomisch verästelten Pinseln (Fig. 12, Taf. V), oft aber auch ganz unregelmässig, ja sogar interstitiell und in Kettenform (*m*, Fig. 19, Taf. V) zur Ausbildung kommen. Diese *Macroconidien* sind eines Ursprungs mit denjenigen, welche *Mucor* hervorbringen, aber unter den soeben angeführten Bodenverhältnissen bleiben ihre Keimlinge meist ungegliedert und bringen sofort *Oogonien* (*o*, Fig. 18, Taf. V) und *Sporangien* (*sp*, Fig. 19, Taf. V) hervor.

Bisweilen zeigen die Keimlinge hie und da Gliederungen und tragen in diesem Falle gleichzeitig *Sporangien* und *Macroconidien* (Fig. 19, Taf. V); sie sind gewissermassen Zwischenstufen zwischen *Mucor* und *Achlya*. Es ist leicht, die Entwickelung der Zoosporen und die geschlechtliche Befruchtung zu verfolgen. Ich muss hier auf PRINGSHEIM's treffliche Darstellung verweisen. Gerade bei diesen aus *Penicillium* auf Fleisch erzogenen *Achlya*-Rasen kann man das Ausströmen der Schwärmer aus den fadenförmigen und kolbigen Sporangien (Figg. 25, 26, Taf. V) vortrefflich beobachten. Es ist ein allerliebstes Schauspiel, wenn man, erst langsam, dann rascher, die in einer grossen Vacuole (*v*, Fig. 25) beisammen liegenden Schwärmer der Oeffnung (*o*, Figg. 25, 26) zuströmen und sich aus derselben in Form eines schlangenartig gewundenen Stromes hervorbewegen sieht. Oft strömen die Schwärmer in Folge eines äusseren Anstosses schon im unreifen Zustand hervor, und dann verbinden sie sich meist ausserhalb des Fadens

zu plastischen Massen (Fig. 26, Taf. V), von denen sich nicht selten kugelförmige Theile (*m* Fig. 26, Taf. V) absondern, welche, aus Schwärmern zusammengeschmolzen, die Gestalt und allem Anschein nach auch die Bedeutungder *Macroconidien* annehmen.

Aus dieser Entwickelungsgeschichte geht die hohe Wichtigkeit der Hefebildungen für die Parasitologie mit aller Evidenz hervor, und es leuchtet ein, dass Beizung der Saat und Vermeidung frischen, stark faulenden Düngers vor allen Dingen zur Verhütung des Steinbrandes ins Auge zu fassen sind.

c. Der Roggen-Stengelbrand (*Urocystis occulta Rabh.*) und der Blüthenbrand (*Pleospora graminis m.*).

Es giebt eine ganze Reihe von Brandarten auf Gräsern und Cerealien, welche zusammengesetzte Früchte erzeugen, denen ein *Cladosporium*, d. h. eine pinselartig verzweigte *Acrosporen Morphe*, zugehört, deren Sporen anfänglich lanzettlich und meist zweizellig, gegen das Ende der Ketten aber kugelig sind. Man unterscheidet seit TULASNE's trefflicher Arbeit [1]) über *Pleospora* diese Gattung von *Urocystis*, wo die kolonienartig gruppirten Sporenfrüchte mehr regelmässig gestaltet sind, in der Regel so, dass sich um eine centrale Hauptspore mehre etwas kleinere sternförmig gruppiren. *Urocystis occulta Rabh.* und *U. anemones Rabh.* zeigen diesen Bau in ausgezeichneter Weise, wie ich mich durch den Augenschein überzeugen konnte, für die erstgenannte Form authentische Exemplare benutzend, welche Herr Professor RABENHORST selbst mir gütigst zusendete.

Die Untersuchung derselben hat mich aufs Neue belehrt, dass die zusammengesetzten Sporen, gestielte sowohl wie ungestielte, dem Ursprunge und dem morphologischen Baue nach so völlig analog sind, dass man sie nicht als wesentlich verschiedenen Fruchtarten entsprechend ansehen darf. Ich schlage daher für alle diese Früchte, so z. B.: *Stemphylium*, *Sporidesmium*, *Septosporium*, *Polydesmus*, u. s. w. die gemeinsame Bezeichnung: *Schizosporangium* vor.

Es giebt sogar keinen ganz stichhaltigen Unterschied zwischen den einsporigen und vielsporigen Früchten; wie ich z. B. für *Ustilago carbo Tul.* und *Ust. urceolorum Tul.* nachweisen kann, dass sehr häufig bei üppiger Vegetation die Sporen sich nach mehren Richtungen hin theilen und so unvollkommene *Schizosporangien* darstellen. Selbst *Tilletia caries Tul.* bringt auf üppigem Boden statt der einfachen Sporen *Schizosporan-*

---

1) *Selecta Fungorum Carpologia. Paris.* 1861. 1863. 1865.

gien von kugeliger Gestalt hervor, bald sehr vielsporig, bald wenigsporig und täuschend den Sporen einer *Urocystis* gleichend.

Es werden daher sicherlich die Gattungen *Urocystis*, *Pleospora*, *Stemphylium* u. s. w. einmal eingezogen werden müssen, da alle diese Früchte nur sehr untergeordnete Formen von sehr verschiedenen Pilzen sind.

Für *Urocystis occulta Rabh.* theilt J. Kühn eine sehr gute Keimungsgeschichte mit, auf die wir daher hier verweisen. Die Sporen sind leider bei etwas zu schwacher Vergrösserung gezeichnet, daher nicht charakteristisch. Diese Brandform bewohnt hauptsächlich die Stengel und Blattscheiden des Roggens; zieht sich jedoch auch in die Blüthentheile hinein, in Folge dessen diese oft ganz abortiren.

Auf den Blüthenorganen der Cerealien findet man mehre *Pleospora*-Arten. Diese sind einander täuschend ähnlich, gehören aber ganz verschiedenen Pilzen als anaërophytische Formen an.

Ich habe weiter unten eine *Pleospora* namhaft gemacht, welche auf den Korkwarzen der Kernfrüchte, auf *Euphorbia cyparissias*, auf Getreideblüthen und auf denen wildwachsender Gräser, wie z. B. *Lolium perenne L.*, von mir gefunden wurde.

Sie steht in der Generationsfolge: *Pleospora* — *Botrytis* — *Rhizopus* — *Tilletia* (*Lolii*) — *Erysibe sp.?*

Eine äusserlich sehr ähnliche *Pleospora* findet sich noch häufiger als jene auf Getreideblüthen ein, wogegen ich sie auf Kernobst niemals gefunden habe. Ich nenne sie daher Blüthenbrand und theile Folgendes über ihre Generationen mit.

Der Parasit findet sich am häufigsten auf der Blüthe des Roggens und des Weizens. Bei Jena sind die Roggenblüthen fast nie ganz frei davon. Die Fäden sind anfangs *Ustilago*-artig, denen von *Ustilago carbo Tul.* ähnlich; dann bilden sie grosse *Schizosporangien* aus von meist länglich runder Gestalt (Fig. 3, Taf. III). Die Spelzen des Roggens sind ausserordentlich gut geeignet zum Studium der Entwickelung dieses Pilzes, da man alle Stadien auf einmal übersieht.

Die Fäden laufen meist den Zellen der Nährpflanze parallel unter der Oberhaut fort. Sie sind kurzzellig und zerfallen hie und da in anfangs längliche oder eilanzettliche (Fig. 4, *a*, Taf. V) Sporen. Zuletzt sind die Sporen kugelig. Die lanzettlichen Sporen sind oft einmal oder mehrmals septirt (Fig. 4, *b c*, Taf. V), so dass die frühere Systematik sie zu *Cladosporium* stellen würde. Zuletzt entstehen aus diesen durch vielfache Theilung grosse längliche *Schizosporangien* (Fig. 3, Taf. V), meist nur im Innern des Gewebes, selten auf der Oberhaut an der Luft. Aus jeder Inhaltszelle bricht ein Keimschlauch hervor; daher treten diese büschelig durch die Spaltöffnungen (Fig. 4, Taf. V) an die Luft. Finden sie keine Spaltöffnung, so bilden sie sehr dünne Fäden (Fig. 1, Taf. V), welche kleine ovale *Conidien* abschnüren.

bald farblos, bald gelblichbraun. Man sieht solche *Conidien* stets in grosser Menge in den Spelzen und auf denselben umherliegen. Sobald die Fäden aber aus einer Spaltöffnung an die Luft treten, bilden sie einen Büschel dicker septirter Stiele (Fig. 4 *s t*, Taf. V), deren jeder einem Keimschlauch entspricht. Diese tragen *Sporidesmium*-Früchte, welche, wie die grossen *Schizosporangien* (*Cysten*), aus eilanzettlichen Zellen durch Septirung nach einer, zuletzt nach zwei oder drei Dimensionen (Fig. 4 *p h*, *o*, *p*, Taf. V) hervorgehen. Besonders lehrreich erschien mir ein Fall, wo eine grosse *Cyste* (Fig. 4 *o*, *u*, Taf. V) sofort durch Keimung der Theilsporen in der Luft kleine *Polydesmus*-Fruchtanlagen erzeugte.

Culturversuche bestätigten das soeben Ausgesprochene vollkommen. Alle Sporenformen treiben in feuchter Luft dünne, langgliedrige, verzweigte Fäden (Fig. 38, Taf. III; Fig. 1, Taf. V), welche schon am dritten Tage nach der Aussaat an kurzen Seitenzweigen in grossen Mengen *Polydesmus*-Früchte (Fig. 5, Taf. V) hervorbringen. Sie haben genau die Gestalt und Grösse wie die in der Getreideblüthe entstandenen, nur sind sie meist etwas mehr gelblich gefärbt.

Die *Pleospora* dringt von aussen in die Getreideblüthe ein. Der Halm ist oft vollkommen gesund, während die Staubbeutel und Staubweglappen mit *Polydesmus*-Früchten bedeckt sind.

Ganz anders keimt die Pflanze in einer nährenden Flüssigkeit. Hier bildet sich aus den sehr dicken Keimschläuchen ein *Oidium* (Fig. 2, Taf. V), welches dem aus *Ustilago* unter denselben Verhältnissen entstehenden ausserordentlich ähnlich ist. Die *Conidien* (Fig. 2, *c*) sind meist grösser. Auch hier zerfällt der Faden sehr bald in Glieder (2, *a*). Fusionen (2, *k*) und Anastomosen sind häufig.

Sehr interessant ist die Hefebildung. Die Hefe entsteht als Kernhefe aus dem Inhalt der *Conidien*, aber ohne dass dieser schwärmend entlassen würde. Viele der *Conidien*, besonders im Innern der Flüssigkeit, gelangen nämlich nicht zur Keimung, sondern bilden kleine kugelige glänzende Kerne aus (Fig. 2, *a*, *a m*, Taf. V). Diese sind und bleiben ganz unbeweglich; sie werden auch gar nicht ausgestossen von der *Conidie*, sondern gelangen nur dadurch in Freiheit, dass die *Conidien*-Wand sich nach und nach in Gallerte auflöst (2, *a m*). Nun beginnen die Kerne den Theilungsprocess, vermöge dessen sie, durch wiederholte Zweitheilung, sich zum *Micrococcus* (2, *m*) umgestalten.

Dabei findet sehr oft jene merkwürdige Kolonienbildung statt, die ich schon mehrfach[1] und für mehre Pilze beschrieben habe. Sie entsteht hier ohne Zweifel nur dadurch, dass die schon mit *Micrococcus* erfüllten

---

[1] Botanische Zeitung 1866. Nr. 37. Landw. Versuchsstat. 1866. Bd. VIII, p. 40 ff. Archiv d. Pharmazie 1867. Bd. 179, p. 68.

Zellen (*Conidien* und Glieder) sich noch einmal (Fig. 6 *a*, Taf. V) oder mehrfach theilen (Fig. 6 *b*, *c*) theilen. So bilden sich Kolonien von *Micrococcus*, indem stets eine Anzahl von Kernzellen in einer Theilzelle eingeschlossen ist. Diesen Theilungsprocess gehen auch abgetrennte Glieder und *Conidien* ein, welche keinen *Micrococcus* ausbilden. Diese Gebilde habe ich ebenfalls für Hefekolonien gehalten; im strengen Sinne des Wortes gehören sie aber nicht zu den echten Hefebildungen, sondern zu den *Oidium*- oder *Torula*-Bildungen, d. h. zur Uebergangsform in die Schimmelbildung. Kehren wir zu den Keimlingen in einer stark nährenden Flüssigkeit zurück. Schon nach wenigen Tagen bildet die Keimpflanze aller Früchte in der ganzen Flüssigkeit ein *Oidium* mit grossen, selbständigen, ziemlich kleinkernigen Zellen (Fig. 6, Taf. V), welches dem blossen Auge als smaragdgrüne, schleimig-flockige Masse erscheint. Es verwandelt die ganze Flüssigkeit in wenigen Tagen (5—7) in Schleim. Eine ganz ähnliche Pflanze von *Ustilago carbo Tul.* entsteht in derselben Nährflüssigkeit, z. B. in Zuckerwasser und weinsteinsaurem Kali; aber es dauert bei *Ustilago* 8—14 Tage, bevor sie so massenhaft und schleimförmig auftritt.

Ist die Nährsubstanz eine consistentere, wendet man z. B. Kleister an, so bildet sich die *Ustilago*-Form genau so wie in der Nährpflanze. Man sieht sogar häufig sehr lange Ketten von Brandsporen.

Noch habe ich zu bemerken, dass auch die in der feuchten Luft vegetirenden und den *Polydesmus* erzeugenden Fäden hie und da Ketten anfangs spindeliger, dann lanzettlicher und zuletzt fast kugeliger Sporen erzeugen, welche dem *Oidium albicans* von *Ustilago carbo Tul.* sehr ähnlich, nur etwas grösser sind. In völlig entwickelter Form stellt dieses *Oidium* das *Penicillium viride Fres.* dar, wie ich in Fig. 7, Taf. V einen Zweig abgebildet habe. Es ist leicht an der regelmässig dreigabeligen Verästelung zu erkennen, ist sehr zerbrechlich und zeigt eine schön oliven- bis smaragdgrüne Färbung.

Für einen Befruchtungsact, analog demjenigen, welcher bei *Aspergillus* und *Ustilago* die *Eurotium*-Kugel erzeugt, habe ich nur die ersten Anfänge auffinden können. Diese sind der Befruchtung bei *Eurotium* ganz analog. Ein weiterer Einblick in den Befruchtungsvorgang und Kenntniss vom Product der Befruchtung sind mir bis jetzt nicht vergönnt gewesen. Alles, was ich ausfindig machen konnte, war, dass in feuchter Luft die Fäden sehr lang werden und statt der *Sporidesmium*-Früchte nur blasige Anschwellungen tragen. Diese werden ähnlich wie bei *Eurotium* von einem oder mehren sehr verschlungenen Fäden eingehüllt.

Alle besprochenen Formen ausser dem Ansatz zur Befruchtung sind anaërophytische Fruchtformen; wir haben daher zu fragen, ob nicht auch Schimmelformen oder aërophytische Früchte vorhanden sind. Die *Thecasporen*-Frucht wird Endproduct der Befruchtung sein; zu finden wäre

aber noch die dem *Aspergillus* analoge *Acrosporen*-Frucht. In der That findet man diese Fruchtform bei Culturen auf einem fast trocknen, schimmelnden Boden.

Am besten gelingt es, wenn man die Culturen allmählich eintrocknen lässt. Es bricht überall statt des *Penicillium viride Fres*. die von CORDA unter dem Namen *Gonatobotrys simplex* (Fig. 9, Taf. V) beschriebene Fruchtform hervor.

Die Angabe von CORDA und RABENHORST, dass *Gonatobotrys* stets aus den Rasen von *Helminthosporium* hervorgehe, ist eine schöne Bestätigung für die Richtigkeit dieser Untersuchung, denn bei Betrachtung der Präparate von *Sporidesmium*-Früchten wird man unwillkührlich (Figg. 4, 5, Taf. V) an die Abbildungen der verschiedenen Arten von *Helminthosporium* erinnert, wie sie CORDA, BONORDEN u. A. geben.

Die *Gonatobotrys*-Früchte stehen (Fig. 9, *a*, *b*, Taf. V) wirtelig an kleinen Anschwellungen der septirten Hyphen. Die *Acrosporen* sind einfach eiförmig, birnförmig, an der Anheftungsstelle in ein Stielchen zusammengezogen. Selten ist nur eine endständige Dolde (Fig. 9 a, Taf. V) vorhanden, meist stehen mehre Wirtel (Fig. 9 *b*, Taf. V) über einander.

Dieser Zusammenhang dürfte die Reihe der hierher gehörigen Formen vervollständigen, sobald das Product der Befruchtung aufgefunden sein wird.

Beim Eintrocknen des Culturbodens nimmt *Gonatobotrys simplex* sehr bald eine weit einfachere Fruchtform an. Sie gehört zu denjenigen Gebilden, die man unter dem Namen *Cephalothecium roseum* von verschiedenen Autoren beschrieben findet. *Cephalothecium roseum* und *C. candidum* sind aber gar keine bestimmten Pilzspecies, sondern Formen, welche wie *Polydesmus* und *Stemphylium* von verschiedenen Pilzarten stammen und einander so ähnlich sind, dass sie sich nicht unterscheiden lassen mit unseren gegenwärtigen Hülfsmitteln. Nur der Generationswechsel kann hier entscheiden.

Die verschiedenen Entwicklungsstufen, in denen das zu *Gonatobotrys* gehörige *Cephalothecium* auftritt, habe ich in Figg. 10, 11, *a—d*, Taf. V) abgebildet. Die Zahl der simultanen Sporen nimmt ab und bald bildet jede Spore sich zur Doppelspore aus. Zuletzt steht die Spore einzeln am Ende des Trägers (Fig. 11, *a—d*, Taf. V) und die Abschnürung ist succedan. Es ist also die succedane und simultane Sporenbildung gar kein specifischer Unterschied.

Es ist sehr leicht möglich, dass *Cephalothecium candidum* und *Arthrobotrys* in einem ähnlichen Verhältniss stehen wie *C. roseum* und *Gonatobotrys*.

Hierfür muss ich noch bemerken, dass es nicht leicht ist, aus *Pleospora graminis Gonatobotrys* zu erziehen, da man sehr genau das rich-

tige Feuchtigkeitsverhältniss herstellen muss. Ist die Cultur zu trocken, so erhält man nur *Cephalothecium*.

Das Wenige, was ich über die Befruchtung weiss, habe ich Figg. 20 bis 24, Taf. V. mitgetheilt. Es bilden sich an den Fadenenden blasige Auftreibungen (Fig. 20), deren oft mehre sich um einander schlingen (Fig. 21) und mit einander verschmelzen (Fig. 22) Aus diesen Verschmelzungen scheinen die *Oogonien* (Figg. *g* 23, 24) zu entstehen. Das *Oogonium* (Fig. 24 *o*) zeigt eine dicke Membran und im Innern eine grosse Befruchtungskugel. Die Befruchtungsvorgänge und deren Product blieben mir dunkel.

d. Hirsebrand (*Ustilago destruens Schlecht.*), Maisbrand (*Ustilago maidis Tul.*) und Roggen-Kornbrand (*Ustilago secalis Rabh.*

Da ich diese drei Parasiten selbst nicht habe untersuchen können und die durch sie hervorgerufenen Krankheiten in Deutschland sehr wenig bedeutsam sind, so will ich ihnen hier nur wenige Bemerkungen widmen, um wichtigeren Dingen mehr Platz einräumen zu können.

Die Form des Maisbrandes ist schon von MEYEN vortrefflich beschrieben worden. Für die anderen beiden Parasiten findet man die besten Angaben bei SCHLECHTENDAL und J. KÜHN.

Der Hirsebrand zerstört alle Blüthentheile, die ganze Blüthenrispe der Hirse und zwar schon innerhalb der geschlossenen Blattscheiden. Die Form dieser Zerstörung ist sehr mannigfaltig je nach dem Umsichgreifen des Parasiten. Die Keimung ist nach J. KÜHN [1]) ganz ähnlich wie bei *Ustilago carbo Tul.*; überhaupt dürfte die specifische Verschiedenheit von diesem Pilz erst durch Culturversuche erwiesen werden können.

Der Maisbrand ist besonders auffallend durch die grossen Beulen, welche er in der Fruchtspindel und im Stengel des Maises erzeugt, wie es MEYEN, DE BARY und KÜHN beschrieben haben. Der Fruchtknoten wird schlauchförmig aufgetrieben und von einzelnen Puncten aus in eine schwarze Sporenmasse verwandelt. Die Keimungsgeschichte der Maisbrandsporen hat J. KÜHN sehr ausführlich mitgetheilt. Der Roggen-Kornbrand ist überhaupt sehr selten beobachtet worden. Nach der Abbildung, welche J. KÜHN (als Copie nach RABENHORST) von der Spore mitgetheilt, gehört der betreffende Parasit wohl kaum in die Gattung *Ustilago*. Die Abbildung lässt es sogar zweifelhaft erscheinen, ob nicht *Ustilago secalis Rab.* eine blosse Modification von *Tilletia caries Tul.* sei. Das könnte natürlich nur Culturversuche entscheiden.

Die Form des Vorkommens im Fruchtknoten ist eine ganz ähnliche

1) Krankh. d. Culturgew. p. 70, Figg. 1—9, Taf. III.

denn dass die Fruchtschale zuletzt zerreisst, liegt wohl lediglich in ihrer Structur. Natürlich sind die Maassregeln gegen diese drei Brandformen die gegen Brand überhaupt empfohlenen.

e. Die Reiskrankheit.

Schon früher, gleich vor dem ersten Auftreten der Cholera in Europa, hat man die Vermuthung ausgesprochen, dass diese verheerende Seuche Folge einer Erkrankung des Reises sei. Ich suchte die Richtigkeit dieser Hypothese experimentell nachzuweisen, indem ich Reis mit Cholera-Stühlen aussäete, — und das Resultat der Culturen war ein so überraschend günstiges, dass ich bei dem grossen morphologischen Interesse nicht unterlassen will, dasselbe hier kurz mitzutheilen.

Die Culturen wurden folgendermassen eingeleitet. Am 8. Juni 1867 wurde *Oryza sativa L.* ausgesäet in drei verschiedenen Gefässen, von denen eins (Nr. 25) mit vorjährigem Berliner Cholera-Reiswasserstuhl, ein anderes (Nr. 26) mit Elberfelder Cholera-Reiswasserstuhl, ganz frischem Material, und ein drittes (Nr. 27) mit Cholera-Erbrochenem, mit Reiswasserstuhl von Elberfeld gemischt, begossen wurde. Nach dem Guss wurde die Saat leicht mit Erde bedeckt [1]).

Die Culturen standen bis Mitte October in einem nach Süden gerichteten Fenster und wurden sehr nass und warm gehalten. Am 11. hatten sich in allen drei Culturen die Keimlinge über den Boden erhoben. Ausgehobene Keimlinge zeigten bei der phytotomischen Untersuchung, dass in Nr. 26 und 27 Pilzfäden dicht über dem Wurzelansatz in das Gewebe der jungen Reispflanze eingedrungen waren. In Nr. 25 waren sie seltener nachweisbar und verschwanden später bei wiederholter Durchsicht ganz.

In Nr. 26 und 27 durchzogen die Pilzfäden den Halm und die Blätter bis in die Spitzen hinein, besonders den Gefässbündeln folgend. Es trat sehr bald ein Erbleichen der jungen Pflanzen ein; die späteren Blätter (nach dem zweiten oder dritten) kamen schon chlorotisch zur Entfaltung, und alle blieben sehr schmal, höchstens halb so breit wie bei Nr. 25 und bei einer Cultur, welche nicht mit Cholera-Material, sondern mit *Penicillium*-Sporen ausgesäet war.

Nach etwa 14 Tagen sah man an den stark chlorotischen Blättern schwärzliche Streifen auftreten, welche von der Spitze gegen die Basis vorrückten. Die Untersuchung dieser Streifen zeigt, dass hier die Fäden des Pilzes sehr massenhaft auftraten und fructificirten, anfangs in Form brandartiger Ketten kleiner brauner Sporen (Fig. 30 *u*, Taf. V), dann hie und da auch in Gestalt meist kugelrunder vielsporiger Cysten (Fig. 30 *cy*, Taf. V), deren Inhaltssporen durch fortgesetzte Zweitheilung entstehen.

1) Vgl. E. Hallier, das Cholera-Contagium. Leipzig 1867.

Diese Cysten keimen und bilden, wenn sie in einer Flüssigkeit untergetaucht werden, ganz ähnlichen Colonieen-*Micrococcus*, Figg. 30, 33 *h c y*. Taf. V wie im Darm der Cholera-Kranken. Ich habe nachgewiesen, dass dieser *Micrococcus* alle thierischen Gewebe zerstört, Blut und Eiweiss in einer ganz abnormen Weise zersetzt, wobei diese Substanzen sehr dünnflüssig werden und ganz geruchlos bleiben. Damit ist so gut wie bewiesen, dass Pilz, *Micrococcus* und *Contagium* identisch sind. Diese Brandkrankheit trat am massenhaftesten auf bei Nr. 26, d. h. bei der Aussaat mit frischem Elberfelder Stuhl, etwas schwächer bei Nr. 27, der Aussaat, welche mit Erbrochenem und Stuhl versetzt war, nur bei ganz einzelnen Exemplaren bei Nr. 25, der Cultur mit vorjährigem Material, und durchaus gar nicht bei Culturen mit *Penicillium* und ganz ohne Aussaat. Hier blieb jede Pflanze völlig gesund. Es war nun noch zur völligen Sicherung der Beweis zu führen, dass die Cysten wieder *Penicillium* oder eine der mit ihm verbundenen Generationen erzeugen können. Dieses ist so völlig und evident gelungen, dass gar kein Zweifel mehr obwalten kann, dass das *Penicillium* ursprünglich eine asiatische Pflanze ist und aus Asien bei uns eingewandert, und dass der Reis durch eine seiner Generationen brandig wird.

Die Reisblätter wurden in feuchte Luft unter eine Glasglocke gebracht und erzeugten binnen wenigen Tagen ein *Cladosporium*-ähnliches [illegible] Fig. 30 [illegible], Taf. V. Da dieses im Habitus, in der Form der Sporen und in der Verzweigung wesentliche Abweichungen zeigte, so konnte dieser Versuch nicht als genügend angesehen werden. Deshalb wurde eine zweite Reihe von Culturen der *Cysten* im Blattgewebe in saurem gekochtem Fruchtsaft untergetaucht. In vier Tagen keimten alle Cysten-Sporen und brachten Fäden hervor, welche je nach der Tiefe des Untertauchens ganz verschieden gestaltete *Conidien* trugen. An solchen Stellen, wo die *Cysten* nur eben untergetaucht waren, entstanden an traubigen Sporenständen [illegible] Fig. 31 *sp*. Taf. V. Bei tieferem Untertauchen entwickelten sich die Fäden lang, weitläufig dichotomisch verästelt, und trugen am Ende jedes Fadenastes eine kugelrunde, bald [illegible] grosse *Conidie Macro*[illegible] Fig. [illegible] Taf. V. Diese *Ma*[illegible] *Fres.* längst durch mich bekannt [illegible] Luft erreichen, bevor sie [illegible] Pinsel von *Peni*[illegible] unter den Sporenketten [illegible] *Macroconidie* ausbilden. An [illegible] kurzästigen Fäden [illegible] Taf. V, welche [illegible] und in jedem Fach

einen Inhaltskörper ausbilden, von dem ich Keimung nicht beobachten konnte, welcher aber sehr häufig Hefe ausbildet, ebenso wie die normalen *Cysten*.

Es geht aus Vorstehendem mit grosser Wahrscheinlichkeit hervor, dass die Pilze im Reis auch die Frucht durch Ausbildung von *Tilletia* verderben, und dass der Reis bei nassem Wetter unter dem Einfluss des *Penicillium*, welches aus den *Cysten* hervorbricht, fault, wobei natürlich zahlreiche *Cysten* und *Acrosporen Micrococcus* ausbilden und dergestalt sehr leicht in der Nähe befindliche Menschen inficiren können. Noch will ich hinzufügen, dass die anfangs lanzettlichen Sporen des *Cladosporium*-ähnlichen *Penicillium* oft eine Scheidewand bilden (Fig. 34, Taf. V), ganz wie bei *Cladosporium*. Es giebt also zwischen *Cladosporium* und *Penicillium* keinen wesentlichen Unterschied, und man wird eine der beiden Gattungen wohl einziehen müssen. *Cladosporium* ist eigentlich schon eingezogen und mit *Pleospora Tul.* vereinigt. Die *Cysten* des Reisbrandes erinnern entschieden an die *Cysten* der *Pleospora*-Arten, und es wird dadurch zweifelhaft, ob man berechtigt ist, die Cholera-Cysten zur *Urocystis* zu stellen, ja, ob überhaupt die Gattung *Urocystis* nicht einzuziehen ist. Nur eine gründliche Untersuchung der bisher bekannt gewordenen Arten von *Urocystis* kann diese Frage entscheiden. Der grosse Parallelismus zwischen diesen Generationen und *Urocystis occulta* wird niemand entgehen. Wir theilen aber zum Vergleich noch einen Parallelismus mit einer sehr gemeinen *Pleospora* mit, welche hauptsächlich auf Getreide, auf *Euphorbia cyparissias L.* und auf den Korkwarzen des Kernobstes, aber auch auf Zwetschen vorkommt. Ueberträgt man diesen Pilz von der verkorkten Stelle der Obstschale auf die Schnittfläche einer saftigen Birne, so bilden sich die Sporen des *Cladosporium* noch fort, aber sie sind einfach, farblos und weit grösser. Die so entstehende Pflanze ist *Monilia cinerea Bon.* (Fig. 27, Taf. V). Fallen die Sporen (*Conidien*) dieser *Monilia* wieder auf das saftige Fruchtfleisch, so schwellen sie stark an und keimen. In 2—3 Tagen haben sich die Keimfäden zu *Rhizopus nigricans Ehrenb.* ausgebildet. Diese *Thecasporen*-Pflanze sendet ihr Mycel in das Fruchtfleisch hinein, und ihre Sporen bringen auf dem nämlichen Substrat immer wieder *Rhizopus* hervor (Fig. 28 *c*, Taf. V). Auf faulem Obst findet man neben *Rhizopus* häufig eine *Acrosporen*-Pflanze, welche von den Autoren als *Botrytis elegans* beschrieben wird. Sie scheint mit RABENHORST's *Botrytis vulgaris* identisch zu sein, hat Aehnlichkeit mit einem *Penicillium* und ist in BONORDEN's Handbuch der Mycologie sehr gut abgebildet worden. Säet man diese auf der Fruchtschale vegetirende *Acrosporen*-Pflanze in das Fruchtfleisch einer saftigen Birne, so keimen die Sporen (Fig. 29 *a*—*d*, Taf. V); das Keimungsproduct ist ein häufig schlauchförmig aufgetriebener, leicht in Glieder zerfallender Faden, welcher hie und da

sehr unregelmässig gestaltete oder kugelige *Macroconidien* bildet, deren Keimlinge *Rhizopus* Pflanzen mit *Thecasporen* darstellen. Cultivirt man das *Cladosporium* auf Kleister und weinsteinsaurem Ammoniak, so bildet sich im Substrat das *Cladosporium* fort, aber am Rand der Schüssel keimen die *Cladosporium* Sporen zu dünnen, kurzgliederigen Fäden aus, deren Zellen einen dunkel purpurnen Inhalt führen. Die Zweige dieser Fäden rollen sich hie und da schneckenförmig auf und bilden durch geschlechtliche Befruchtung eine purpurne vielsporige *Erysibeen*-Frucht, welche ich noch nicht näher zu bestimmen wage. Die *Pycniden* der *Pleospora* fand ich auf Gräsern, habe sie aber niemals in Culturen erzeugen können.

Es stellt sich also hier ein Parallelismus heraus mit dem Reis-Pilz, den folgendes Schema andeutet:

1. *Acrosporen*	2. *Thecasporen*	3. Befruchtung
Penicillium	*Mucor racem.*	*Achlya*
Botrytis	*Rhizopus*	*Erysibea?*
4. [illegible]	5. *Macroconidien*	6. Brandsporen Ruhesporen
[illegible]	*Macroconidien*	*Tilletia caries*
[illegible]	*M*[illegible]	*Tilletia Lolii*.

Bei der [illegible] Generationsfolge ist das Vorhandensein einer [illegible] Form in neuester Zeit nachgewiesen. Was die [illegible] wahrscheinlich auf der ange- [illegible] wie in feuchter [illegible]

3. Der Rost des Getreides.

[illegible] Gruppe *Ure-* [illegible] dass diese [illegible] sehr verschiedener [illegible] hier durch [illegible] dass [illegible] der [illegible] Fast gleich- [illegible] Gene- [illegible] bekannt [illegible] des [illegible]

Selbstverständlich hat das Wort Rost einen natürlichen Ursprung. Man nennt schon seit dem vorigen Jahrhundert Rost solche Pflanzenexantheme, welche sich, wenigstens im Anfang, durch röthliche, meist rostähnliche Färbung auszeichnen und aus dem Innern des Pflanzengewebes, meist aus den krautigen Pflanzentheilen, so bei den Gräsern aus den Blättern, Blattscheiden, Spelzen u. s. w. hervorbrechen. Es ist der echte Rost also eine anaërophytische Form verschiedener Pilze, welche ihre Rostsporen durch Sprengen der Oberhaut der Nährpflanze an der Luft ausbildet.

Die parasitische Natur der Rostpilze hat schon MEYEN im Ganzen richtig erkannt. Ueber die Verwandtschaft derjenigen Pilze, zu welchen die Roste als Morphen oder Generationen gehören, lässt sich natürlich nicht eher etwas ganz Sicheres feststellen, bis man sämmtliche Generationen und Morphen derselben durchaus vollständig kennt.

Schon vor langer Zeit beobachtete man, dass die Rostpilze epidemisch auftreten, und dass die Häufigkeit ihres Vorkommens von Witterungsverhältnissen, besonders von nasser Witterung, abhängig sei.

Der Getreiderost ist am häufigsten auf Gerste, Weizen und Hafer, doch ist auch der Roggen häufig damit befallen, so z. B. im Sommer 1867 an manchen Stellen des Saalthals so stark, dass fast die ganze Ernte vernichtet wurde. Auch an wildwachsenden Gräsern sind die Rostkrankheiten nicht selten, besonders leiden *Bromus*-Arten, *Holcus* u. a. bisweilen sehr davon, und *Puccinia graminis* ist auf *Agropyrum repens* überall gemein. Man hat von jeher die Roste beim Getreide weniger gefürchtet als die Brandkrankheiten, weil sie meist nur die grünen Pflanzentheile angreifen, wo sie unter der Oberhaut vegetiren und diese zuletzt in verschiedener Form durchbrechen. Ihr Schaden besteht daher hauptsächlich in einer grösseren oder geringeren Entwerthung des Strohes, doch ergreifen sie bisweilen auch die Blüthentheile und unterdrücken in diesem Fall durchaus den Fruchtansatz.

Es sind hauptsächlich zwei Rostarten: *Puccinia graminis* und *P. coronata*, welche das Getreide befallen. Beiden geht eine *Uredo*-Form vorher. Die *Uredo* unterscheidet sich von der *Puccinia* dadurch, dass die Sporen einfach und sofort keimfähig sind, während die länger gestielten *Puccinia*-Sporen durch eine Scheidewand halbirt sind. Sie brechen nach einander aus dem nämlichen oder aus verschiedenen Rasen hervor. Die *Puccinia* keimt meist durch *Conidien*, seltener direct, wie J. KÜHN[1]) das durch die sehr sorgfältig ausgearbeitete Entwickelungsgeschichte der Keimung gezeigt hat. Der Keimschlauch durchbricht die Wand der Doppelspore; diese ist also als ein *Schizosporangium* aufzufassen, ist also der

1) A. a. O. Taf. V, Fig. 31—53.

Sporidesmio - Stemphylium - Frucht bei *Aspergillus - Eurotium - Ustilago* analog.

Bei den beiden erwähnten Getreiderosten sind die *Uredo* - Rasen nicht leicht unterscheidbar, wogegen man die *Puccinien* ganz leicht unterscheidet, denn das *Schizosporangium* der *P. graminis* ist am Ende glatt, abgerundet, das der *P. coronata* ist daselbst mit höckerigen Fortsätzen versehen.

Schon die Rasen der *Uredo*-Sporen treten über die Oberfläche der Nährpflanze hervor, indem sie durch ihren Druck die Oberhaut von innen nach aussen sprengen. Der Kronenrost (*Uredo rubigo vera - Puccinia coronata*) tritt in länglich runden, anfangs röthlichen, zuletzt schwarzen Flecken auf; die *Uredo*-Sporen sind länglich rund. Die Flecken der kugelrunden Sporen des Grasrostes (*Uredo linearis - Puccinia graminis* sind dagegen gestreckt, linienförmig, blass röthlich, zuletzt schwarz. Den Zusammenhang der Sporen mit dem im Innern der Nährpflanze wuchernden *Mycelium* hat Kühn nachgewiesen. Ebenso ist ihm schon durchaus bekannt, dass die Keimlinge der *Puccinia*-Conidien, für welche er an dem Beispiel von *P. Tanaceti* eine sehr schöne Entwickelungsgeschichte mittheilt, nicht in den Samen, sondern in die Spaltöffnungen der Nährpflanze eindringen, dass daher ein frühzeitiges Abschneiden der befallenen Pflanzen sehr wohl geeignet ist, die Verbreitung zu beschränken. Da die *Uredo*-Sporen nicht, wie die *Schizosporangien*, ruhen, sondern sofort keimfähig sind, so dienen sie hauptsächlich dazu, die Krankheit während der Sommermonate bei feuchter Witterung rasch über die Nährpflanzen auszubreiten, denn die Keimlinge treten immer auf's Neue wieder in die Spaltöffnungen ein, um im Innern des Nährgewebes neue Fruchtrasen anzulegen.

J. Kühn empfiehlt daher auch keine bestimmten Heilmittel gegen den Getreiderost, sondern lediglich die Sorge für einen guten, nicht zu feuchten und dumpfigen Standort und normale, besonders nicht zu düngerreiche Bodenbeschaffenheit.

Vor etwa 2 Jahren bemächtigte sich De Bary der alten Sage von dem ursächlichen Zusammenhang der Rostkrankheiten auf der Berberitze und auf dem Getreide und suchte diesen Zusammenhang durch Culturversuche festzustellen. Die Sporen des *Aecidium berberidis* brachten in 11 Tagen auf Getreideblättern *Uredo* - Rasen hervor. Ebenso erzeugte *Puccinia graminis* auf *Berberis vulgaris* das *Aecidium*.

Dagegen gelang es nicht, die Keimlinge der *Puccinien* zum Eindringen in die Graspflanze zu veranlassen.

In ganz ähnlicher Weise gelang es De Bary, einen Zusammenhang zwischen *Puccinia straminis* und *Aecidium Asperifoliarum* nachzuweisen. sowie zwischen *Puccinia coronata* und *Aecidium Rhamni*.

Diese Beobachtungen sind an sich vom höchsten Interesse; in den auf dieselben gebauten Schlüssen ist man aber viel zu weit gegangen. Es ist ja möglich, dass auch in der Natur der Getreiderost stets durch das *Aecidium berberidis* hervorgerufen wird, aber bewiesen ist die Sache durchaus noch nicht und die Behauptung, dass mit der Vernichtung aller Berberitzen auch der Getreiderost verschwinden würde, ist mindestens sehr gewagt, ja es gibt Thatsachen, welche entschieden dagegen sprechen. Auf der Insel Helgoland fand ich keine Spur von *Aecidium berberidis*, ja es kommen fast gar keine Berberitzen dort vor und doch ist die *Puccinia graminis* daselbst sehr verbreitet. Man müsste demgemäss zu der sehr gewagten Annahme Zuflucht nehmen, dass die *Aecidium*-Sporen oder deren Conidien vom Festlande herüberkämen, um die Gräser und Getreidearten zu inficiren. Es ist aber überhaupt der Nachweis noch gar nicht geführt, dass die *Puccinia* ohne das *Aecidium berberidis* nicht entstehen könne. Man kann sicher annehmen, dass mit diesem Formenwechsel noch nicht der ganze Cyclus der betreffenden Pflanzenart aufgedeckt sei. Es ist ja aber auch möglich, dass dem *Aecidium berberidis* ähnliche Arten, welche auf anderen Pflanzen vorkommen, substituir werden können oder mit anderen Worten, dass diese von jenem nicht specifisch verschieden sind. Diese Möglichkeit bleibt offen, so lange die *Aecidien* so höchst unvollkommen bekannt sind wie bisher. Die Impfversuche sind natürlich nur auf eine sehr geringe Anzahl von Arten ausgedehnt worden. So bedeutend also auch der von De Bary angebahnte Fortschritt in dieser Frage ist, so muss doch dieselbe noch als eine offene, nur unvollständig gelöste angesehen werden.

Es fehlt zunächst eine geschlechtliche Befruchtung. Tulasne hat zuerst die Ansicht ausgesprochen, dass die geschlechtlich entstandenen Fruchtformen der *Puccinien* in den Arten von *Erysibe* zu suchen seien und diese Ansicht wird durch mehre Thatsachen wirklich gestützt.

H. Hoffmann[1] macht in seinen »mykologischen Berichten« darauf aufmerksam, dass Philippar *Uredo linearis* und *Puccinia graminis* für identisch hielt und dass Henslow sogar denNachweis solle geliefert haben, dass alle drei *Puccinien* des Getreides Modificationen einer und derselben Pilzart seien.

Natürlich lässt sich zur Zeit gegen die Getreideroste nichts thun als Fernhaltung von Berberitzen und allenfalls Vernichtung des Strohs, wenn der Rost auf den Feldern zu sehr überhand nimmt. Dass das Einbeizen des Saatgetreides gegen diesen Feind gar nichts nützen kann, hat schon J. Kühn richtig betont.

Eigene Culturversuche glaube ich zurückhalten zu sollen, weil sie noch zu keinem befriedigenden Abschluss geführt haben.

1) Botanische Zeitung. 1866, Nr. 31.

B. Parasitische Krankheiten des Laubes und der jüngeren grünen Pflanzentheile überhaupt.

Die Zahl derartiger Erkrankungen ist ungemein gross und wir müssen uns begnügen, das Wichtigste hervorzuheben. Am meisten wird natürlich eine parasitische Krankheit sehr zarten jugendlichen Pflanzen verderblich. So sind für den Forstmann diejenigen die schlimmsten, welche die Saaten in den ersten Jahren angreifen, da diesen oft ein grosser Theil der jungen Holzpflanzen erliegt.

So hat De Bary einen Pilz[1]) beschrieben, welcher den jungen Kiefernsaaten oft höchst verderblich wird. Die *Caeoma pinitorquum DB* ergreift junge Kiefernzweige, auf denen sie orangefarbene Pustelchen bildet, aus welchen die Sporen durch die zerreissende Epidermis entleert werden. Das *Mycelium* wohnt im Zellgewebe in den Intercellulargängen bis zum Mark und in den Harzgängen der Rinde.

Die vielbesprochene Fichtennadelkrankheit, d. h. das Gelbwerden der Fichtennadeln durch den Einfluss eines Pilzes: *Chrysomyxa abietis Ung.*, ist überhaupt der Fichte sehr schädlich; ganz besonders verderblich aber jungen Bäumchen.

Der Pilz ist durch Max Rees[2]) näher bekannt geworden. Die Krankheit zeigt sich an den jungen Fichtennadeln in Form länglicher, heller, zuletzt brauner Streifen, besonders an der Unterseite, seltener an der Oberseite. Zuletzt bricht an jeder Seite des Mittelnerven eine streifenförmige Pustel auf und zwar im Frühjahr, während die ersten Spuren der Erkrankung sich schon im Juni des vorhergehenden Jahres zeigen. Nach dem Aufbersten der Pusteln, aus denen ein orangefarbenes, zuletzt abblassendes Pilzpolster hervorbricht, fallen die Nadeln sehr bald ab. Das *Mycelium* des Pilzes vegetirt in den Intercellularräumen des Blattparenchyms und bildet an der Stelle, wo die vorhin erwähnten Pusteln erscheinen, das Lager der Sporenschläuche.

Diese Schläuche sind durch Querwände in mehre Zellen getheilt und bilden entweder aus den 2—4 Endzellen direct oder aus Verzweigungen Dauersporen, welche an ihrem Tragfaden keimen, indem jede Zelle ein *Promycelium* treibt, welches, selbst mehrzellig, aus jeder Zelle ein kurzes *Sterigma* mit einer kugeligen Conidie hervorsendet. Es gelang Rees, die keimenden Conidien zum Eindringen in die junge Fichtennadel zu ver-

---

1) A. De Bary, *Caeoma pinitorquum*, ein neuer, der Kiefer verderblicher Pilz Monatsber. d. königl. Akad. d. Wissensch. Berlin, 1863.

2) Botanische Zeitung 1865, Nr. 51. Max Rees, *Chrysomyxa abietis Unger* und die von ihr verursachte Fichtennadelkrankheit.

anlassen, auch machte er sehr wahrscheinlich, dass in der Natur sich dieser Pilz stets direct von Blatt zu Blatt fortpflanzt.

Münter[1]) hat seitdem einen genetischen Zusammenhang zwischen *Chrysomyxa* und einem Schimmelpilz, den er für *Arthrobotrys oligospora Fres.* hält, nachzuweisen gesucht. Indessen finden sich in der Beschreibung der *Chrysomyxa* so wesentliche Abweichungen von den Angaben von M. Rees, dass man fast zu der Annahme genöthigt wird, beide Forscher hätten ganz verschiedene Pilze beschrieben. Münter nämlich fand gar keine mehrzelligen Dauersporen, sondern nur dichotomisch verästelte Schläuche, welche an zarten Sterigmen doppelhäutige Sporen treiben (die »Sporidien« von Rees).

Vergleicht man indessen die Abbildungen Münter's mit den sehr schematisch gehaltenen Zeichnungen von Rees, so wird man zu der Vermuthung geführt, dass beide Forscher den Pilz mit verschiedenem Glück untersucht haben und dass sie verschiedene Voraussetzungen in ihre Untersuchungen hineingetragen haben.

Merkwürdig und beachtenswerth ist es jedenfalls, dass weder Münter noch Willkomm das Eindringen der *Chrysomyxa,* wie Rees es beschreibt, beobachten konnten.

Münter erzog mehrfach aus den Sporen (»Sporidien«) der *Chrysomyxa* den von ihm mit *Arthrobotrys oligospora Fres.* identificirten Pilz. Da dieses Resultat mehrfach bezweifelt worden ist, so muss ich wenigstens hier anführen, dass ich oft die rostigen Fichtennadeln mit einem solchen Schimmelpilz, wie Münter ihn beschreibt, bedeckt fand. Bestimmen möchte ich denselben nicht, ohne seine Generationsfolge genau zu kennen, denn die Arten von *Arthrobotrys*, *Gonatobotrys*, *Cephalothecium* u. a. sind so variabel und einander oft so ähnlich, dass eine sichere Bestimmung nach der blossen Form fast unmöglich scheint. Dass ein Schimmelpilz aus *Chrysomyxa* in günstiger Umgebung hervorgeht, hat in allerneuester Zeit auch Willkomm bestätigt, wie er mir brieflich gütigst mitgetheilt hat und wie es in dem nächsten Heft seiner »mikroskopischen Feinde des Waldes« zur Darstellung kommen wird.

E. Loew[2]) hat Münter's *Arthrobotrys* mit *Cephalothecium roseum* identificirt, es ist aber wohl sehr fraglich, ob er wirklich den Münter'schen Pilz untersucht hat. Es ist Loew gelungen, aus den Sporen des *Cephalothecium* wieder *Cephalothecium* zu erziehen, wie das Jedem sehr leicht gelingt, der sich mit *Cephalothecium* beschäftigt. Dass daraus

1) H. Karsten, Botanische Untersuchungen, Berlin 1866, Heft 3. Daselbst auch eine schöne Arbeit von M. Willkomm: Der Fichtenrostpilz und seine Beziehung zum Stärkemehl der Fichtennadel.

2) Botanische Zeitung 1867, Nr. 10.

nicht folgt, dass das *Cephalothecium* eine abgeschlossene Pilzspecies sei mit einer einzigen Generation, das versteht sich wohl für jeden mit der Vegetation der Schimmelpilze Vertrauten von selbst. Ich muss nach meinen Untersuchungen überzeugt sein, dass diejenigen Pilze, die man unter dem Namen *Cephalothecium roseum* begreift, sehr verschiedenen Pilzen als Schimmelgeneration zugehören; aber gesetzt auch, LOEW's *Cephalothecium* wäre mit MÜNTER's *Arthrobotrys* identisch, so würde doch aus der LOEW'schen Arbeit nicht der geringste Einwand gegen die Richtigkeit von MÜNTER's Beobachtung folgen.

Schliesslich sei bemerkt, dass es natürlich kein Mittel gegen die Fichtennadelkrankheit giebt. Das einzige wirksame Mittel, die Entfernung der kranken Nadeln, verbietet sich in grösseren Beständen von selbst. Die Krankheit ist mit einer profusen Bildung von Stärkemehl auf Kosten des Chlorophylls verbunden, eine höchst interessante, von WILLKOMM und REES nachgewiesene Thatsache. Für ähnliche abnorme Assimilationsformen, zu welchen die Mutterpflanzen durch die sie beherbergenden Parasiten gezwungen werden, fehlt es übrigens nicht ganz an Beispielen. Eines der interessantesten ist dasjenige, welches H. SCHACHT [1]) für die Zuckerrübe mittheilt. Die Rübe bildet in den Miethen unter dem Einfluss von *Botrytis elegans* stellenweise Stärkmehl aus, während der Zucker verschwindet. Der Pilz dringt von aussen in die Rübe ein, braune Degenerationsheerde erzeugend. In derselben Arbeit schildert SCHACHT eine auf den Rübenblättern vorkommende *Peronospora*, welche die jungen Herzblätter zerstört und dadurch die Rüben wesentlich beeinträchtigt.

H. KARSTEN [2]) beschreibt in seinen »Botanischen Untersuchungen« eine Krankheit der Kiefer, welche darin besteht, dass die Nadeln grau werden und dadurch dem Baum zuletzt ein graurothes Ansehen verschaffen. Die Krankheit kommt besonders bei älteren Bäumen vor und wird durch Pilze hervorgerufen, welche man in den erkrankten Blättern nachweisen kann, während grüne Blätter und Blatttheile stets ganz frei davon sind. Der Pilz dringt von den Blättern aus sogar in die jungen Zweige vor. Ueber den Pilz selbst gelangte KARSTEN zu keiner befriedigenden Ansicht, denn er nennt den im Zweig wuchernden Pilz *Uredo conglutinata*, während er weiter angiebt, dass den mikroskopischen Blattabschnitten ein *Sporidesmium*, *Cladosporium penicillioides Preuss*, *Polyactis cana* und *Penicillium glaucum* entwuchsen. Das *Cladosporium* und das *Sporidesmium*, welches er für *Sp. atrum Lk.* hält, fand KARSTEN auch

1) Zeitschrift für Rübenzuckerindustrie 1863, Nr. 12.

2) H. KARSTEN, Botan. Unters. aus dem physiol. Laboratorium der landwirthschaftlichen Lehranstalt in Berlin. Berlin 1865, Heft 1. p. 50 ff.

auf unversehrten Blättern, aus den Spaltöffnungen hervorwachsend. Ohne Zweifel gehören diese beiden Pilze zusammen, denn nach meinen Beobachtungen geht jedem *Sporidesmium* (*Stemphylium*, *Septosporium*, *Polydesmus* u. s. w.) ein *Cladosporium* oder *Penicillium* vorher.

Karsten betrachtet übrigens in diesem Fall die Parasiten nur als secundäre Ursache der Erkrankung, während er als wesentlichste Veranlassung derselben plötzliche Temperaturschwankungen ansieht. Auch eine *Stilbospora* wurde bei derselben Krankheit beobachtet.

Unter den Nutzpflanzen des Kraut- und Küchengartens sind besonders die Hülsenfrüchte zahlreichen Erkrankungen ausgesetzt, unter denen die Krankheiten der Bohnen und Erbsen zu den berüchtigtsten gehören. Auf der grossen Puffbohne oder Pferdebohne (*Vicia Faba L.*) wohnt besonders *Uromyces appendiculatus Lk.*, welcher auch der Erbse (*Pisum sativum L.*) häufig verderblich wird. In ähnlicher Weise schmarotzt *Uromyces phaseolorum Tul.* auf den Bohnen (*Phaseolus vulgaris L.*). Nähere Bekanntschaft mit diesen Schmarotzern haben wir besonders durch Tulasne und De Bary gemacht. De Bary zeigte, dass die Sporen derselben überwintern, um im folgenden Frühjahr zu keimen. Sobald feuchtes Wetter eintritt, treiben sie einen Keimschlauch mit 3 — 4 (Sporidien) Conidien, deren Keimschläuche dann die Zellenwände der Nährpflanze durchbohren, um in das Gewebe einzudringen, wo sie ihr *Mycelium* verbreiten. Nach mehren Tagen brechen aus der Oberhaut der Nährpflanze die *Spermogonien* in Gestalt orangefarbener Wärzchen hervor, und bald darauf erscheint das *Aecidium*. Erst die *Stylosporen* dieser *Aecidien*, auf die Nährpflanze gesäet, bringen, in die Spaltöffnungen eindringend und im Gewebe sich verbreitend, *Uredo* und *Uromyces* hervor.

Eine Menge noch höchst ungenau bekannter Krankheiten wird in der Regel unter dem Namen Russthau (*Fumago*) vereinigt. Das Gemeinsame ist hierbei das Auftreten schwarzer Ueberzüge auf den Blättern, besonders auf der Oberseite derselben. Hiebei findet, zwar nicht immer, aber doch sehr häufig, eine Wechselbeziehung zwischen dem Honigthau der Blattläuse und den Pilzen statt, welche meist nur als Schimmel an der Oberfläche der Pflanzentheile auftreten, ohne tief in's Innere der Gewebe einzudringen. Eine gute Arbeit über diese Wechselbeziehung zwischen dem schwarzen Brand beim Hopfen und den Blattläusen hat W. Fleischmann [1]) geliefert. Derselbe zeigt, dass der klebrige Ueberzug, welchen die Blätter durch die Absonderungen der Blattläuse erhalten, dem schwarzen Brandpilz die Ansiedelung erleichtere. Da die ganze Pilzvegetation sich leicht in Form eines Häutchens abziehen lässt, so hält Fleischmann dieselbe für eine nicht ächt schmarotzende, sondern

1) W. Fleischmann, Untersuchungen über den schwarzen Brand am Hopfen.

epiphyte, von dem süssen Honigthau lebende Form, welche besonders durch Entziehung des Lichtes, also durch Verhinderung der Chlorophyllbildung und Assimilation die Unterlage schädigt. Die Pilze selbst gehörten zu *Cladosporium herbarum Lk.*[1] (*Pleospora herbarum Tul.*), d. h. es sind Conidien-Formen höher entwickelter Pilze. Unter den Fäden des Conidien abschnürenden *Myceliums* sah FLEISCHMANN aus sehr kleinen, farblosen und glasglänzenden Zellen bestehendes Conglomerat, d. h. offenbar Hefe (*Cryptococcus* oder *Arthrococcus*), zu deren Bildung der süsse Saft nothwendigerweise Anlass geben muss.

Jedenfalls lässt sich für diese *Pleospora*-Bildungen noch keine durchgreifende und endgültige specifische Bestimmung ausführen. Man findet daher auch von verschiedenen Autoren diese Gebilde in ganz verschiedene Gattungen gestellt. JULIUS KÜHN nennt den Russthau der Wegbreit-Arten: *Torula plantaginis*, den der Nadelhölzer: *Torula pinophila* den der Quecke: *T. tritici*, den der Ulme: *T. ulmicola*, den der Gräser *T. graminicola* u. s. w. Die Arten dieser Gattung besitzen einzellige, in Ketten gereihte Sporen und sollen sich dadurch von *Cladosporium* (*Pleospora*) unterscheiden, welche Gattung septirte Sporen erzeugt. Dieser Unterschied ist aber nicht stichhaltig. Untersucht man die *Torula*-Rasen auf den oben erwähnten Pflanzen, so findet man häufig *Torula*- und *Cladosporium*-Bildungen neben einander und die Cultur eines *Cladosporium* zeigt, dass *Torula* nur als Vorbildung dazu gehört.

Der Russthau, welcher so häufig unsere Sträucher und Bäume an der Blattoberseite schwärzt, wird *Cladosporium fumago* genannt, der Russthau auf dem Wein ist *Cl. viticolum*, der auf den Riedgräsern *Cl. caricolum* u. s. w.

Zahlreiche Pflanzen werden von echtem Mehlthau, d. h. von verschiedenen Arten der Gattung *Erysibe*[2]) befallen. So wird *Erysibe macularis* dem Hopfen verderblich, *E. communis* (*E. graminis*), schmarotzt auf zahllosen wilden Gewächsen, auf Lein, Gurken, Kürbissen. Viele unserer Ziersträucher werden von Mehlthauarten heimgesucht. Diese und die sie begleitenden *Oidium*-Arten sind meist schwer zu bekämpfen, um so schwerer, weil man von ihrem Generationswechsel nur in einigen wenigen Fällen einigermassen unterrichtet ist.

Ebenso wenig lässt sich gegen diejenigen Blattflecken etwas ausrichten, welche durch im Innern der Blattsubstanz vegetirende Kernpilze hervorgerufen werden. Wir verweisen hierfür auf die von J. KÜHN[3] gegebene Uebersicht.

---

1) Vgl. MONTAGNE, *Communication relative à plus. maladies de plantes*. Paris 18.. p. 15.

2) Nicht *Erysiphe*, wie Neuere aus Unkenntniss des Griechischen schreiben.

3) Krankh. der Culturgew. p. 147 ff.

Derselbe ausgezeichnete Forscher beschreibt einen Pilz, welcher das Befallen des Rapses und Rübsens mit kleinen Flecken hervorruft, welche an Stengeln, Blättern und Schoten auftreten, die Ernte durch Entziehung der Nahrung und durch frühzeitiges Verschrumpfen der Schote beeinträchtigend, wobei diese aufspringt, so dass die Samen verloren gehen.

Der Pilz: *Polydesmus exitiosus* KÜHN entwickelt sein *Mycelium* im Pflanzengewebe, seine Sporenfrüchte dagegen über der Oberfläche. Diese sind *Schizosporangien*, ähnlich wie wir sie bei *Pleospora* kennen lernten (Figg. 4, 5, Taf. V). Sie senden ihre Keimfäden wie dort nach allen Seiten (Fig. 1, Taf. V) und KÜHN glaubt, dass diese in Spaltöffnungen der Nährpflanze eindringen. Jedenfalls ist dieser *Polydesmus* nur ein Glied in einer reichen Kette von Generationen. Die von KÜHN angegebenen Verhütungsmaassregeln beschränken sich auf die Sorge für eine möglichst gesunde und kräftige Entwickelung des Rapses und Rübsens.

Diese Gruppe ist vielfach aber meist höchst ungenau und unvollständig bearbeitet worden. A. BRAUN [1]) beschreibt einen Pilz unter dem Namen: *Septosporium curvatum*, welcher die Acazien (*Robinia pseudacacia L.*) befällt, in dem Laube wohnt und dasselbe zum Welken bringt.

Ein *Stemphylium*, welches A. BRAUN mit dem Beinamen *St. ericoctonum* unterscheidet, ruft nach ihm auf *Ericeen* die unter dem Namen der Schwämme bekannte Krankheit hervor. Die verschiedenen Formen der *Stemphylium*-Frucht sind gut beschrieben, aber es fehlt an jedem Culturversuch zur Erforschung des damals freilich überhaupt noch sehr unbekannten Generationswechsels. Ganz dasselbe gilt von den Parasiten der Malvenkrankheit: *Steirochaete malvarum*, welchen derselbe Autor uns vorführt.

JAMES BARNES [2]) hat über Schimmel und Brand der Eriken so Treffliches, auch auf viele andere Fälle Anwendbares mitgetheilt, dass ich es hier wörtlich folgen lasse:

»Gebrauchte man die Erde häufiger im groben Zustand mit hinreichend Steinen dazwischen, so bin ich vollkommen überzeugt, wir würden nur geringe Klagen über Krankheiten und Zugrundegehen der Eriken hören, d. h. ich meine, wenn man sie angemessen behandelte, so würde man es nicht auffallender finden, eine todte Erica, als einen todten Esel zu sehen. Selten nur würde man Beschwerden über Brand und Schimmel erheben. Die Ursache des Schimmels sind nämlich nur Dürre und Armuth. Trockenheit unten, Durst und Nässe oben werden bald die Pflanzen

1) A. BRAUN, Ueber einige neue oder wenig bekannte Krankheiten der Pflanzen. Berlin 1854.

2) Briefe über Gärtnerei. p. 77, 78.

eines ganzen Hauses mit Schimmel beziehen machen; Schwefelpulver, z[illegible] rechter Zeit aufgestreuet, wird sie wohl für einige Zeit von dieser P[illegible] befreien; aber welches ist das Schutzmittel? Ungesiebte Erde m[illegible] Steinen.«

Der Einfluss der Parasiten auf krautige Pflanzentheile ist nicht immer nur als einfaches Vertrocknen oder Faulen, Modern u. s. w. aufzufassen, sondern häufig genug wird auch hier das Gewebe der Nährpflanze zu Auftreibungen und Monstrositäten verschiedener Art veranlasst, so in den Blüthenstengeln, Pistillen und anderen Blüthentheilen bei Cruciferen, die von *Cystopus candidus Lev.* befallen sind, in den Blättern der Birnbäume unter dem Einfluss der *Roestelia cancellata* in den Zweigen der *Juniperus*-Arten unter dem von *Podisoma Junip[illegible]* *Gymnosporangium* u. s. w. In allen derartigen Fällen bildet sich Wucherparenchym wie bei jeder Störung des Saftstroms.

C. Parasitische Krankheiten des Holzkörpers.

Die so wichtigen Erkrankungen des Holzes sind, wie Moritz Willkomm[1] sehr richtig sagt, bis in die neueste Zeit am wenigsten genau untersucht worden. Willkomm's Arbeiten sind jedenfalls das Beste, was wir über diesen Gegenstand wissen. Derselbe hat gezeigt, dass bei der Rothfäule der Nadelhölzer, zunächst der Fichte und Kiefer, wahrscheinlich aber auch der Tanne und selbst von Laubbäumen wie der Eiche eine anaerophytische Pilzform: *X[illegible]hus ligniperda Willk.* ihr *Myc[illegible]* und ihre *Sp[illegible]* durch das Holz ausbreitet, welches theils dur[illegible] das *My[illegible]* selbst zerstört wird, dessen Fäden in's Innere der Gewebe dringen, die Intercellulargänge durchwandernd, die Zellenwände durchbohrend, Zelleninhalt und Zellenwandung zerstörend und aufsaugend; welches anderentheils, und zwar im letzten Stadium der Krankheit, [illegible] verwandelt wird.

Die [illegible] Pflanze steht im Generationswechsel mit einem [illegible] und zwar einem *A[illegible]* tragenden Pilz: *Rhynch[illegible]* [illegible] Dieser [illegible] verlängerten Fäden [illegible] bläulicher *Acrosp[illegible]* [illegible] einer Reihe einzelliger [illegible]

[illegible] dieser beiden Frucht[illegible] Tafel IV ver[illegible] und *Pleosp[illegible]*

[1] [illegible] Dresden 18[illegible]

einerseits sowie zwischen *Rhynchomyces* und *Gonatobotrys* andererseits entgehen. Man wird also für *Xenodochus* noch eine *Thecasporen*-Frucht und eine geschlechtlich entstandene Frucht zu suchen haben.

WILLKOMM hat ferner gezeigt, dass beim schwarzen Brand der Rothbuchentriebe zwei Pilzformen auftreten: *Libertella faginea* und *Fusidium candidum*.

Bei beiden Holzkrankheiten kommen, namentlich im letzten Stadium, massenhafte *Micrococcus*-Bildungen vor und ich kann nach Analogie mit anderen Fäulnissprocessen der Hölzer nur annehmen, dass diese Hefebildungen es sind, welche die faule Zersetzung bewirken.

WILLKOMM hat sich für diese Bildungen auf die einfache Angabe der Thatsache vorsichtig beschränkt; ich glaube indessen, dass er jetzt, nachdem meine »Gährungserscheinungen« in den Buchhandel gelangt sind, meine Deutungen zulässig finden wird.

Nach allen bisher vorliegenden Angaben und Untersuchungen hat es den Anschein, als ob auch bei den Fäulnisskrankheiten der Bäume eine Auswahl von Seiten der Pilze stattfinde, d. h. dass man bestimmte Pilze ausschliesslich oder doch vorzugsweise bestimmte Bäume ergreifen sieht. In manchen Fällen freilich findet man bei der Fäulniss eines und desselben Baumes verschiedene Pilze thätig, es muss also auch hier Pilze geben, welche keine so strenge Auswahl treffen, sondern biegsamer sind bezüglich ihrer Nahrung.

Bei der Fäulniss des Holzes spielen das *Mycelium* der Pilze und die anaërophytischen Fruchtformen derselben die Rolle der Verbreitung des Schmarotzers von Zelle zu Zelle. Bei der Zersetzung selbst hat aber der von den Pilzzellen ausgebildete *Micrococcus* bei weitem den Hauptantheil. Schon früher ist nicht selten der *Micrococcus* im modernden Holz aufgefunden worden; so namentlich hat TH. HARTIG die kleinen *Micrococcus*-Zellen gesehen; aber alle früheren Beobachter haben diese kleinen Zellen falsch gedeutet; erst M. WILLKOMM hat ihre Bedeutung für die Zersetzung des Holzes erkannt. Auch bezüglich der Art des Eindringens herrscht grosse Verschiedenheit bei den holzzerstörenden Pilzen. Einige derselben dringen in das völlig gesunde Gewebe ein, während die meisten nur an verletzten oder sehr feuchtgehaltenen Stellen der Stämme, so namentlich an Wundflächen und an der moosbewachsenen Basis eindringen. Diese sind es, welche vorzugsweise durch ihren *Micrococcus* das Hohlwerden der Bäume veranlassen.

Die Therapie muss sich dabei auf Entfernung der Feuchtigkeit, des Mooses u. s. w. und auf richtige Behandlung der Wunden beschränken. Nicht selten haben die holzverderbenden Pilze auch teratologische Veränderungen der Bäume zur Folge. Man würde freilich zu weit gehen,

wollte man in solchem Fall den Pilz als die einzig mögliche, also nothwendige, Ursache jener Veränderung betrachten.

Eine derartige teratologische Erkrankung, wie sie natürlich auch in Folge ganz anderer Störungen der Saftbewegung eintreten kann, theilt z. B. DE BARY[1]) für die Weisstanne mit. Die Weisstanne erleidet bisweilen bedeutende unsymmetrisch ringförmige Anschwellungen der Stämme, hervorgerufen durch abnorme Verdickung von Holz und Rinde. Die Ringbildung ist sehr ungleich, häufig gestört, die Fasern oft verworren, geschlängelt. Wie ich es bei ähnlichen abnormen Holzbildungen beobachtete, so findet DE BARY auch hier eine übermässige Entwickelung des Parenchyms bei schwächlich und spärlich entwickeltem Prosenchym, d. h. mit anderen Worten: es findet eine Parenchymwucherung statt. In diesem abnormen Parenchym ist das *Mycelium* eines Pilzes verbreitet. Die Fäden treiben intracellulare, gekrümmt cylindrische oder keulenförmige, einfache oder verästelte Haustorien.

Der Pilz findet sich in der Rinde zahlreicher als im Holzkörper. DE BARY gelang es nicht, aus diesen *Mycelien* durch Cultur eine Fruchtform zu erziehen; er zeigte jedoch, dass die grossen ringförmigen Krebsgeschwülste mit kleineren, aus denen Hexenbesen hervorwachsen und welche durch das *Aecidium elatinum* hervorgerufen werden, im Zusammenhang stehen. Er zieht daraus den Schluss, dass die grossen ringförmigen Krebsgeschwülste ein Product des *Aecidium elatinum* seien, dessen *Mycelium* in den Zweigen des Hexenbesens überwintert, um im Juni in den jungen Blättern seine Reproductionsorgane, *Spermogonien* und Sporenbehälter, zu entwickeln.

Dass diese Tannenbesen nicht ohne Hülfe des Parasiten entstehen, ist allerdings noch zu erweisen.

Wenig werthvoll und sicher scheint die Arbeit von J. H. und C. R. SALISBURY[2]) über die Brandkrankheiten, d. h. Zersetzungsprocesse des Holzes der Kernobst- und Steinobstbäume zu sein, welche in den nordamerikanischen Sumpfgegenden heimisch sind.

KÖRNICKE[3]) beschreibt einen Pilz (*Melampsora Lini Körn.*), welcher auf dem Stengel des Flachses wohnt und denselben brüchig macht. Es gehört dazu eine unschädliche *Uredo*, welche auf den Blättern lebt.

Von M. WILLKOMM erscheint gegenwärtig eine sehr werthvolle Arbeit über den Einfluss des *Corticium polymorphum* auf das Lärchenholz, wodurch mehre die Fäulniss und Verderbniss des Holzes betreffenden

1) A. DE BARY, Ueber den Krebs und den Hexenbesen der Weisstanne. Botan. Zeit. 1867. Nr. 33.

2) 18. Jahresbericht der St. Ackerbau-Behörde v. Ohio. Columb. 1864.

3) F. KÖRNICKE, Naturhistorische Mittheilungen. Königsberg 1865.

Puncte wesentliche Aufklärung erfahren. WILLKOMM ist überhaupt das Verdienst zuzuerkennen, dass er zuerst die Rolle, welche die Pilze bei der Zersetzung lebender und abgestorbener Hölzer spielen, in mehren sehr wichtigen Puncten aufgedeckt hat; besonders hat er den Nachweis geführt, dass im Innern der Hölzer besondere (anäerophytische) Fruchtformen vorkommen und dass den Hefebildungen der Holzpilze, die vor ihm überhaupt meist übersehen, sehr oft falsch gedeutet worden sind, der bedeutendste Antheil am Zerstörungswerk zukommt. SCHACHT[1]) und Andere haben sich begnügt mit dem Nachweis, dass bei vielen Holzpflanzen Pilzmycelien im Innern des Holzgewebes gefunden werden, bald die Zellen durchbohrend, bald durch Tüpfel und Poren aus- und einkriechend oder in den Zwischenzellräumen wandernd. Durch sehr schöne Untersuchungen wies SCHACHT das Eindringen der Pilzfäden in absterbende Orchideenknollen nach, indem er zeigte, wie der Pilzfaden selbst, an die Zelle sich anlegend, diese auflöst und daher ein Loch in ihre Wandung bohrt, welches er durch sein Eindringen genau verschliesst[2]). Derselbe wies ferner nach, dass in dickwandige Holzzellen von *Dracaena Draco*, von verschiedenen Palmen und selbst von dicotyledonen Hölzern Pilzfäden sich einbohren und oft so zahlreich, dass die Zellenwände siebförmig durchlöchert erscheinen. Bei *Dracaena* schnürt der Pilz zuletzt lancettliche Sporen, denen eines *Cladosporium* ähnlich, in so grosser Menge ab, dass sie zuletzt fast die Zelle ausfüllen, während die Mycelfäden selbst schon verschwunden sind.

Die Art des Eindringens der Pilze in Hölzer scheint überaus verschieden zu sein, je nach der Natur der Pilze und dem Bau des Holzes. Bald durchbohrt der Pilzfaden die Wand, indem er sie auflöst an der Berührungsstelle, bald dringt er in Tüpfel und Porencanäle ein, von diesen aus in's Zellenlumen übertretend oder in der Wand selbst fortwuchernd, wo er meist der Richtung der Verdickungsschichten folgt, häufig aber auch ganz unregelmässige Bahnen beschreibt, die Wand zerfressend und siebartig durchlöchernd. SCHACHT beschreibt ferner Pilzfäden, welche im Schiffsholz amerikanischer Eichen das sogenannte Feuer (*dry rot*) hervorrufen und ähnliche Pilzbildungen bei der Rothfäule unserer Eichen, bei der Weissfäule der Rosskastanie u. s. w.

Bei der Zerstörung des Holzes (Fichtenholzes) durch *Merulius lacrymans* wird nach SCHACHT's Untersuchung der Zellstoff (Holzstoff) in einen

1) PRINGSHEIM's Jahrbücher f. wissensch. Bot. 1863. Bd. 3.

2) SCHACHT weist in jener Arbeit sehr schön das Eindringen der Pilze in Stärkekörner nach; übrigens gebührt nicht SCHACHT die Priorität dieses Nachweises, wie ich mit vielen Anderen irrthümlich annahm, sondern MEYEN und Herrn v. MARTIUS in seiner im Jahr 1842 erschienenen, in mehrfacher Hinsicht trefflichen Abhandlung über die Kartoffel-Epidemie.

dem Dextrin verwandten Körper verwandelt. SCHACHT glaubt, der Pilz wirke hier nicht direct, sondern nur chemisch auf das Substrat ein, weil das *Mycelium* sich nicht im Holz verbreite. Der *Micrococcus*, welcher auch hier der Hauptfactor der Zerstörung ist, wurde gänzlich übersehen.

Alle eigentlichen Brandkrankheiten (*Sphacelus humidus et siccus. Putrificatio maligna, Mumificatio, Necrosis* etc.) gehören hierher. Sehr interessant sind die von MEYEN mitgetheilten Resultate über die Ansteckung und Impfbarkeit des feuchten Brandes (*Gangraena*); sie allein beweisen schon das Vorhandensein eines mikroskopisch kleinen Organismus.

Ungeheuer gross ist die Zahl derjenigen höheren Pilze, welche die Zerstörung der Hölzer veranlassen und es kann nicht entfernt unsere Absicht sein, davon hier eine Aufzählung zu geben, da die therapeutischen Maassregeln fast bei allen dieselben sind: Verhütung von Verwundungen und von zu grosser Feuchtigkeit. Einzelne aber unter den besonders verheerenden wollen wir noch erwähnen.

Auf Taf. II, Fig. 1 haben wir den *Cortinarius xylophilus Fr.* dargestellt, welcher verstümmelte und feuchtstehende Bäume, besonders Weiden befällt. Das *Mycelium* dieses Pilzes wuchert unter der Rinde bis tief in das modernde Holz hinein und der Pilz fructificirt selbst mitten im Winter bei Eintritt offenen feuchten Wetters. So war bis zum 7ten Januar 1867 strenges Frostwetter im Jenaischen Saalthal. Am Morgen dieses Tages um 10 Uhr trat Thauwetter ein und schon am 8ten Mittags fand ich an den Weiden auf den Wiesen um Jena zahlreiche Exemplare dieses Pilzes. Unter der vermoderten Rinde fand ich bei deren Entblössung die Brut in grosser Menge, oft unmittelbar am gesunden Holze. Auf dünnen Wurzeln fanden sich ganz kleine Exemplare neben fast erwachsenen.

Den Coniferen wird das *Peridermium pini*, welches an den Aesten hervorbricht, oft sehr verderblich.

Auch beim Holze besteht der Einfluss des Parasiten auf die Nährgewebe nicht immer lediglich in der Erregung von Fäulniss und Verwesung, wenn auch die Wirkung des *Micrococcus* als Fäulnisshefe und der Schimmelbildungen bei der Verwesung bei weitem die grösste Rolle spielen. Das Heer der *Polyporus*- und *Agaricus*-Arten zerstört lebende und todte Hölzer durch Hülfe des *Micrococcus*. Aber auch Schwellungen und Wucherungen der Gewebe des Holzes sind nicht selten durch Pilze veranlasst.

Selbstverständlich, und dafür haben wir schon früher Beispiele ausgeführt, können Parenchymwucherungen im Holze sehr verschiedene Gründe haben. Wir haben gesehen, dass stets eine Hemmung des Saftstroms die Ursache davon ist, gleichviel, wodurch solche Hemmung

hervorgerufen wird. So kann gelegentlich auch ein Pilz Maserbildungen hervorrufen, ohne dass man berechtigt wäre, die Masern allgemein auf Pilzbildungen zurückführen zu wollen. Auch teratologische Veränderungen, welche aus Saftstockungen entstehen, können durch Pilze zuerst veranlasst werden. Aehnlich wie die *Euphorbia cyparissias* unter dem Einfluss des *Uromyces scutellatus* einen ganz veränderten Habitus, breitere Blätter in veränderter Stellung erhält, können auch Hexenbesen, Fasciationen u. dergl. bei Holzpflanzen durch Pilze veranlasst werden, wie das z. B. De Bary für Hexenbesen an der Weisstanne gezeigt hat; nur muss man sich wohl hüten, jedem Hexenbesen einen Pilz zu vindiciren, denn es können solche Wucherungen und Hemmungsbildungen weitaus verschiedene Anlässe haben.

Wir machen noch als Schwämme, welche besonders häufig Obstbäume beschädigen, die unächten Feuerschwämme (*Polyporus igniarius Fr.*) namhaft. Sie finden sich hauptsächlich an Wundflächen ein, doch brechen sie oft auch zwischen den Spalten der Rinde hervor. Ganz besonders sind die Pflaumen- und Zwetschenbäume ihren Angriffen ausgesetzt und man muss sie bei ihrem ersten Auftreten sorgfältig entfernen, wenn nicht die Bäume zu Grunde gehen sollen, da das *Mycelium* und der *Micrococcus* tiefer und tiefer in's Holz eindringen, dasselbe in Vermoderung versetzend. In Thüringen hat bei der Sorglosigkeit und Unachtsamkeit der Landleute fast jeder Zwetschenbaum den Schwamm. Die Weiden und Pappeln beherbergen ihn stets und von ihnen aus ergreift er die Obstbäume.

Der ächte Feuerschwamm (*Polyporus fomentarius Fr.*) kommt fast nur im Hochgebirge vor und geht wohl selten oder nie auf Obstbäume. Sein eigentlicher Wohnsitz sind die Buchenstämme.

Den so schlecht behandelten Weiden sind gar viele Schwämme verderblich; der sogenannte Weidenschwamm (*Polyporus suaveolens Fr.*) fehlt jungen abgeschnittenen Weiden fast nie. Auch die Arten der Gattung *Hydnum* zerstören häufig durch ihr *Mycelium* und den *Micrococcus* das Holz der Weiden und Pappeln, auf denen sie nisten.

Für Strauchanlagen ist das Judasohr (*Exidia auricula Judae Fr.*, ein gefährlicher Gast. Dieser kleine einem Ohr ähnliche Pilz siedelt sich besonders gern am Stamme alter Hollunderstämme (*Sambucus nigra L.*) an, geht von da aus aber auch auf das Holz anderer Gesträuche über.

Der Pilz ist aussen fein sammetartig, schön braun sammetig glänzend; wenn der Sammet abgerieben, fein warzig punctirt, anfangs ein kleines Knöpfchen, dann ein länglich rundes, hellbraunes, oben weisses Schüsselchen darstellend, welches sich allmählich vertieft, mit einzelnen hervorragenden Runzeln versieht, die zuletzt netzaderig werden, dann in ähnlicher Weise auch aussen auftreten und, besonders innen, sehr grobe

Falten bilden. Der Rand ist anfangs dick, abgerundet, bisweilen nach innen gerollt, zuletzt immer dünner, häufig nach aussen gerollt oder flügelartig horizontal umgewendet.

D. Parasitische Krankheiten fleischiger Pflanzentheile.

Die Erkrankungen dieser Art beziehen sich hauptsächlich auf Knollen und fleischige Stämme, sowie Knospen (Zwiebeln) einerseits und auf Früchte andererseits.

Erkrankungen unterirdischer Knollen und Wurzeln, durch parasitische Pilze bedingt, waren schon bekannt, lange bevor die Kartoffelkrankheit die Aufmerksamkeit unzähliger Forscher diesem Gegenstand zuwendete. Runkelrüben, Mohrrüben nnd Pastinak faulen unter dem Einfluss eines Pilzes und seiner Hefebildungen. Hätte man früher die Hefebildungen gründlicher studiren können, so würde schon früher eine gründlichere Kenntniss derartiger Erkrankungen angebahnt sein.

Zunächst kann ich hier ganz allgemein nach vielfachen Untersuchungen behaupten, dass alle Zersetzungen fleischiger Pflanzentheile durch Hefe eingeleitet werden, welche als *Micrococcus* entsteht und, je nach dem Verhältniss des Stickstoffs zu den übrigen Bestandtheilen sich als *Micrococcus*, *Cryptococcus* und *Arthrococcus* fortbildet.

Leicht lässt sich das bei Früchten beobachten. Die Weinbeeren z. B. eignen sich vortrefflich zu derartigen Versuchen. Säet man *Penicillium* auf verletzte Weinbeeren, so entwickelt sich rasch aus dem Sporeninhalt *Micrococcus*, dieser bildet sehr bald *Cryptococcus* und nach einiger Zeit *Arthrococcus* aus, d. h. die Beeren gerathen anfangs in geistige, darauf in saure Gährung.

Davaine [1]) hatte schon etwas früher nachgewiesen, dass Früchte und andere Vegetabilien nur unter dem Einfluss der Hefe zersetzt werden, wenn ihm auch die Entstehung und Natur der Hefe dunkel blieb.

A. Béchamp hatte sehr richtig beobachtet, dass Zersetzungen wie z. B. die Auflösung des Kleisters, die Alkoholgährung, die Buttersäure-, Essigsäure-, Milchsäure-Bildung u. s. w. ohne Vorhandensein sehr kleiner Körper, die er *Microzyma cretae* nennt und fälschlich für Bestandtheile der Kreide hält, nicht stattfinden. Diese *Microzyma cretae* ist nichts Anderes als der *Micrococcus*, welcher für jede durch Organismen eingeleitete Gährung unumgänglich nothwendig ist.

In faulenden Pflanzentheilen ist unter Anderen auch von M. Willkomm wiederholt *Micrococcus* aufgefunden worden.

---

1) C. Davaine, Recherches sur la pourriture des fruits et des autres parties de végétaux vivants. Comptes rendus des séances de l'academie des sciences. Paris. 1866. T. 63.

Pflaumen sind eben desshalb so leicht der Gesundheit nachtheilig, weil ihre Schale stets mit anhängenden Sporen versehen ist, welche, zunächst gewöhnlich an dem Anheftungspunct des Stieles, feucht werden und *Micrococcus* ausbilden, welcher in's Innere der Frucht eindringt und sich dort ungeheuer rasch vermehrt. Die Pflaume wird nun etwas weicher, »überreif«, wie die Leute sagen, ist aber gerade in diesem Zustand noch wohlschmeckend; ja Manche ziehen solche Pflaumen den ganz gesunden vor. Gewiss aber sind sie schädlich zu Zeiten, wo man ohnediess zu Darmaffectionen disponirt ist.

Ganz ähnlich ist es bei der Fäulniss des Kernobstes, nur dringt hier in der Regel das *Mycelium* selbst in die verletzte oder feuchte Fruchtschale ein und bildet im Innern massenhaft *Micrococcus*. Man kann sehr leicht nach künstlicher Infection mit einem Schimmelpilz das Vorrücken des *Myceliums* und des *Micrococcus* verfolgen. Soweit die braune Färbung reicht, welche vom Aussaatpunct ausgeht, anfangs punctförmig, dann immer weiter sich verbreitend, soweit findet man das Gewebe schlaff, die Zellenwände braun, zusammengefallen, durchlässig, den Saft innerhalb wie ausserhalb der Zellen von *Micrococcus* wimmelnd. Auch hier dringt aber bekanntlich und noch häufiger als beim Steinobst, der Schimmelpilz mit seinem *Mycelium* am Stiel, noch öfter von der Blüthe her ein. Das *Mycelium* durchsetzt nun das Innere der Lederfrucht (Kröbs, Kernhaus) und fructificirt hier sogar recht häufig. Von der Frucht aus sendet er dann *Micrococcus* in's Innere des Fleisches, dasselbe bräunend und zerstörend ganz wie wenn er von aussen eingedrungen wäre. Solche Früchte können aussen ganz gesund aussehen, und sind doch durch und durch faul.

Der Chemismus beim Faulen und Verderben der Früchte ist meist sehr verwickelt und ganz unaufgeklärt. Man fasst mit Unrecht alle diese Gährungsprocesse unter dem allgemeinen Namen der Fäulniss zusammen, gewiss aber sind die Processe sehr mannigfaltig und verwickelt, wie wir schon beim Faulen der Weintrauben nachgewiesen haben.

Die Pilze welche die Zersetzungen der Fruchtsäfte einleiten, sind sehr verschiedene, so ähnlich auch die von ihnen ausgebildeten *Micrococcus*-Zellen einander sind [1]). Ob die specifische Natur der Pilze wesentlichen Einfluss auf die Zersetzung übe oder ob auch hier diese mehr vom Chemismus abhänge, ist noch dunkel. Schützen kann man das Obst

1) Ich hatte in neuester Zeit Gelegenheit, einen Fäulnissprocess bei der Citrone zu beobachten, hervorgerufen durch eine der Schale anklebende *Pleospora*. Der Pilz selbst dringt dabei nicht tief in das *Pericarpium* ein, aber der *Micrococcus* desselben ergreift Zelle für Zelle und versetzt nach und nach das ganze *Pericarp* in Zersetzung. Die *Pleospora* scheint mit der Citrone einzuwandern.

gegen zu frühe Zersetzung durch Abschluss von der äusseren Luft und Aufbewahrung an kühlen aber trocknen Orten.

Man sollte wenigstens Tafelobst immer, und zwar jede Frucht einzeln, in Papier fest einwickeln. Am besten nimmt man dazu Postpapier, für schlechte Sorten kann man Druckpapier anwenden. Die Früchte müssen vorher sorgfältig abgewischt oder sanft abgerieben werden, damit der Reif mit den ihm anhaftenden Pilzsporen entfernt werde. Man empfiehlt, die Blüthen und die Stielhöhlung beim Kernobst mit Oel zu betupfen, um das Eindringen der Sporen zu verhindern. Dass das nicht immer hilft, ist begreiflich, denn die Sporen können ja schon vorher schon, während die Frucht noch am Baume sass, eingedrungen sein. Am besten ist es jedenfalls, das sorgfältig abgeriebene Obst vor dem Einwickeln einen Augenblick, etwa ½ Minute, in Spiritus einzutauchen, darauf leicht abzutrocknen und nun sorgfältig einzuwickeln. Man muss das Papier so zusammendrehen, dass nirgends eine Oeffnung bleiben kann, dann schützt dasselbe sehr gut gegen den Staub.

Das Obst darf natürlich nicht aufgehäuft werden, überhaupt muss es so liegen, dass die einzelnen Früchte einander nicht berühren, damit nicht, wenn ja eine in Zersetzung übergeht, diese die übrigen ansteckt. Dass das Obst häufig durchgesehen und sortirt wird, trägt sehr zur Erhaltung desselben bei; man thut überhaupt wohl, die einzelnen Früchte von Zeit zu Zeit umzuwenden.

Manche von den hier gegebenen Winken lassen sich auch für fleischige Knollen, Gemüse u. s. w. verwerthen, ohne dass wir besonders darauf hinzuweisen brauchten.

Sehr wichtig für die Conservirung des Obstes ist das Abnehmen desselben vom Baum. Nur allzu häufig wird das Obst durch Abschütteln verdorben. Unter allen Umständen ist das Schütteln ein barbarischer Gebrauch, da er das Obst dergestalt schädigt, dass der Schaden schon nach wenigen Tagen sehr merklich wird. Das herabfallende Obst bleibt nämlich niemals frei von Quetschungen und Verletzungen der Schale und an allen solchen schadhaften Stellen beginnt sehr bald die Fäulniss, eingeleitet durch den *Micrococcus*, welcher sich aus den anhaftenden Sporen entwickelt.

Zur Conservirung ist geschütteltes Obst ganz untauglich. Es giebt viele Instrumente, welche dazu bestimmt sind, das Obst vom Baum abzunehmen, welche mehr oder weniger gut ihren Zweck erreichen; das beste Instrument zu diesem Zwecke ist und bleibt aber die menschliche Hand. Man nehme namentlich edles Tafelobst jeder Art stets mit der Hand ab und zwar so, dass der Zweig mit den Stielen mit der Frucht verbunden bleibt. Dass dabei eine Doppelleiter anzuwenden ist soweit wie irgend möglich, um den Baum zu schonen und vor Verletzungen der

Rinde und der Zweige zu hüten, versteht sich von selbst. Eigentliche parasitische Erkrankungen befallen vorzugsweise die saftreichen Früchte. Die Traubenkrankheit, welche die edle Rebe von Madeira vertrieben und fast überall Unheil angerichtet hat, ist besonders bekannt geworden. Nächstdem dürfte die Taschenkrankheit der Pflaumen eine der unangenehmsten parasitischen Erkrankungen des Obstes sein. Ueber die Ursache dieser Krankheit sind die Ansichten noch getheilt. Einige glauben, die häufig in den Taschen angetroffenen thierischen Parasiten seien die Hauptursache und in der That hat diese Ansicht viel Wahrscheinliches. De Bary suchte dagegen nachzuweisen, dass der die Taschen bewohnende Pilz (*Exoascus pruni*) die einzige Ursache der Krankheit sei.

Ueber die Fäulniss des Obstes theilen wir noch Folgendes nach eigenen Beobachtungen mit. Bekanntlich bräunt sich die Oberfläche des durchschnittenen Kernobstes in Folge eines Oxydationsprocesses, sobald man sie der Luft aussetzt. Diese Veränderung tritt aber nur dann ein, wenn Pilze zugegen sind. In einem vollkommen pilzfreien Culturapparat bleibt die Oberfläche eines durchschnittenen Apfels wochenlang völlig weiss und intact. Säet man aber Pilze darauf, so tritt die Bräunung mindestens ebenso rasch hervor, als hätte man den Schnitt der Zimmerluft ausgesetzt. Ganz besonders energisch wirken in dieser Beziehung *Monilia cinerea Bon.* und *Rhizopus nigricans Ehrbg.* Nach Aussaat von *Rhizopus* auf Apfelscheiben bräunte sich deren Oberfläche schon binnen einer halben Stunde und die mikroskopische Untersuchung zeigte sämmtliche gebräunte Zellen von *Micrococcus* in Besitz genommen. Schon nach 48 Stunden sieht man den *Micrococcus* zum grossen Theil in stabförmig-elliptischen *Arthrococcus* verwandelt. Es ist sehr leicht, das Auswandern des hier unbeweglichen *Micrococcus* aus der Spore (Fig. 28 *a*, Taf. V) oder aus dem Keimschlauch (Fig. 28 *m*, Taf. V) an nassen Stellen des Substrats oder auf dem Objectträger im Wasser wahrzunehmen, auch findet man bald in Menge die leeren Sporen (Fig. 28 *b*, Taf. V).

Die *Monilia cinerea Bon.* findet man häufig auf faulenden Kirschen, Pflaumen und Citronen. Wo sich die kleinste Verwundung der Frucht zeigt, da dringen die Keimschläuche ein und verbreiten ihr Gewebe dicht unter der Oberhaut. Aus dieser brechen dann büschelförmig die Sporenketten hervor, wie Fig. 27, Taf. V es an einer Pflaume zeigt. Das *Mycelium* vegetirt in der Regel nur dicht unter der Oberfläche des *Pericarps*, sendet aber den aus den Sporen und Fadengliedern ausgebildeten *Micrococcus* in's Innere des Fruchtfleisches, alle Zellen desselben besetzend, deren Verband lösend und sie zum Zusammenfallen veranlassend.

Sehr häufig sind auch *Cladosporium*-Pflanzen und die ihnen ähnlichen *Penicillium*-Arten bei der Zersetzung der Früchte thätig. Ueber-

haupt scheint die Zahl der hier in Betracht kommenden Pilze ziemlich gross zu sein. Sehr schön entwickelt sich auf Heidelbeeren und auf Weinbeeren eine *Botrytis*, welche ich für *Botrytis vulgaris Rab.* halte. Sie gleicht in ihrer Form, in der Verästelung der Hyphe, welche eine gedrungene kopfige Rispe (Traube) darstellt, sehr der *Botrytis elegans Corda*, nur sind die Sporen olivenbraun-graubraun, was vielleicht nur vom Boden bedingt wird. Auf der Weinbeere vegetirt dieser Pilz, ohne tief in das Fruchtfleisch einzudringen; er bildet jedoch *Micrococcus* aus, welcher bis in die Mitte der Beere vordringt und nach wenigen Stunden schon *Cryptococcus*, nach 1—2 Tagen *Arthrococcus* ausbildet, wobei die Säure des Saftes stark zunimmt.

Die Kirschen welken und verdorren bisweilen unter dem Einflusse eines Pilzes, den A. BRAUN [1]) unter dem Namen: *Acrosporium cerasi* beschreibt und abbildet. Derselbe bringt auf der jungen Kirsche rundliche erhabene Flecken hervor, welche unter der Lupe eine zarte, flockige Pilzbildung erkennen lassen.

Die Traubenkrankheit oder Weinkrankheit.

Der Pilz, welcher die Traubenkrankheit hervorruft, wurde im Jahr 1847 vom Rev. M. J. BERKELEY [2]) entdeckt und unter dem Namen *Oidium Tuckeri* beschrieben. Die Krankheit selbst war schon zwei Jahre früher von einem englischen Gärtner Mr. TUCKER in den Treibereien zu Margate beobachtet worden und diesem zu Ehren gab BERKELEY dem Pilz den obigen Beinamen.

TUCKER bemerkte auf den jungen Reben, auf den Blättern und auf den Trauben selbst eine puderartige, weissliche Bestäubung, welche die Beeren verschrumpfen machte und ihnen einen widrigen Geschmack ertheilte, ja sie zuletzt der völligen Verwesung und Fäulniss preisgab.

Im Jahr 1850 berichtete MONTAGNE der Central-Ackerbau-Gesellschaft zu Paris über das Auftreten des nämlichen Pilzes in den Weintreibereien zu Versailles. DUPUIS berichtet im folgenden Jahr, er habe dieselbe Krankheit an den Ufern des Rhone schon seit 1834 beobachtet und 1839 der Ackerbaugesellschaft zu Lyon darüber Bericht abgestattet. Im Jahre 1851 wurde die Krankheit in den verschiedensten Gegenden, unter den verschiedensten Bedingungen constatirt. Sie zeigte sich an südlichen Spalieren, in Gewächshäusern, im Freien. BOUCHARDAT glaubte nachweisen zu können, dass der Pilz sich aus den Gewächshäusern in's Freie verbreite. Nicht nur in Frankreich, sondern in Italien, in Deutsch-

---

1) Ueber einige neue oder weniger bekannte Krankheiten der Pflanzen. Berlin 1854, p. 16, 17.

2) Gardeners chronicle London 1847.

land, auf Madeira zeigte sich das Uebel. An manchen Orten scheint der Pilz schon weit früher gehaust zu haben, doch hat man ihn früher meist übersehen; erst seit 1845 wurde die allgemeine Aufmerksamkeit auf diesen bösen Feind des Lieblingsgetränkes der Menschen gerichtet.

Ich selbst sah den Traubenpilz zum ersten Mal im Jahr 1852 an den Weinspalieren im Garten Sr. Königlichen Hoheit des Prinzen Albrecht von Preussen zu Berlin, wo ich als Gartengehülfe in Condition stand, um die Ananastreiberei zu erlernen. Ueber den Weinbau auf Madeira und über den Untergang dieser köstlichen Weinsorte durch die Traubenkrankheit haben wir durch SCHACHT [1]) ausführliche Mittheilungen erhalten. Der seit dem 15. Jahrhundert auf Madeira angebaute Weinstock [2]) wurde 1852 vom Weinpilz befallen; es folgten mehre Missern dten, wodurch die Bevölkerung veranlasst wurde, den Weinbau ganz aufzugeben und die Rebe mit dem Zuckerrohr zu vertauschen. Uebrigens scheint die Traubenkrankheit schon viel früher auf der Insel vorgekommen zu sein, da in alten Pachtcontracten zu Calheta sich eine Klausel vorfand, nach welcher der Vertrag keine Geltung haben sollte, falls die junge Traube mit Mehlthau (*Mangra*) befallen würde. Seit 1851 ist mit unbedeutenden Ausnahmen kein Madeira-Wein producirt worden.

Ohngefähr um dieselbe Zeit, schon im Sommer 1851, griff die Traubenkrankheit in Europa weiter um sich. Sie hatte mittlerweile ganz Frankreich durchzogen und hauste furchtbar in Italien, Tirol, in der Schweiz, in Würtemberg, Baden, ja selbst in Algier, Syrien und Kleinasien.

Ueberall stimmten die Beobachter darin überein, dass die Krankheit von Treibereien aus in's Freie verbreitet werde und dass ein feuchtes, warmes Klima sie begünstige. Sie trat daher an den Küsten des Mittelmeeres und auf Madeira weit heftiger auf als im Binnenlande.

Der Verlauf der Weinkrankheit ist wesentlich der folgende. Man erblickt an allen jugendlichen Theilen des Weinstocks weissliche Schimmelanflüge, welche unter der Lupe sich in einen zierlichen Wald aufrechter Sporenfäden (Hyphen) auflösen. An solchen Stellen, wo der Pilz sichtbar ist, entstehen braune oder röthliche Flecken, welche sich besonders auf den Beeren kenntlich machen, wo sie auf dem Durchschnitt als kleine (in bogige Reihen geordnete) Warzen erscheinen. Die Beeren bleiben klein und reissen zuletzt auf in der Richtung der von den Wärzchen gebildeten Reihen, so dass das Beerenfleisch aus einem Längsriss oder zwei kreuzweis sich schneidenden Rissen hervorgepresst wird.

In der Regel tritt die Krankheit sehr bald nach der Blüthezeit sicht-

1) H. SCHACHT, Madeira und Tenerife mit ihrer Vegetation. Berlin 1859. p. 44.

2) SCHACHT giebt an, die ersten Reben seien 1425, wahrscheinlich von Cypern, nach Madeira verpflanzt worden.

bar hervor und zwar in diesem Fall zuerst auf den Blättern, an denen man, besonders auf der Rückseite, helle Flecken bemerkt, die von einem weisslichen Anflug, aus demselben Pilz gebildet, herrühren. Da diese erkrankten Flecke des Blattes nicht mehr fortwachsen, während die gesunden Theile sich noch vergrössern, so erhält das Blatt ein krauses, bullöses Ansehen; es bräunt sich und verdorrt. Ebenso trocknen die ergriffenen Beeren zu schwarzen Klümpchen zusammen, an denen häufig die herausgepressten Kerne aussen ankleben.

Wird das Laub erst im ausgewachsenen Zustand von der Krankheit ergriffen, so ist dieselbe schwieriger zu erkennen, weil es sich wenig oder gar nicht kräuselt. Die jungen Reben selbst bedecken sich unter dem Einfluss des Pilzes mit braunen, orangefarbenen, röthlichen oder schwärzlichen Flecken von unregelmässiger Gestalt und Anordnung, so dass die Reben marmorirt aussehen. Merkwürdig ist es, dass die Windrichtung vom wesentlichen Einfluss auf die Epidemie zu sein scheint, denn in der Regel werden nur die nach einer bestimmten Gegend gerichteten Wände, Spaliere und Abhänge ergriffen, während die nach anderen Himmelsgegenden gerichteten frei bleiben. Ebenso bemerkt SCHACHT, dass auf Madeira und den Canaren, aber auch in anderen Gegenden die Stöcke am wenigsten belästigt werden, wenn sie unmittelbar am Boden liegen, dass sie dagegen um so mehr von der Krankheit leiden, je höher sie gezogen werden. Bisweilen wird die Beere dadurch zerstört, dass der Parasit zuerst den Stiel heftig ergreift; die Beere schrumpft in diesem Fall zusammen, ohne zu platzen, und die auf ihr befindliche Pilzvegetation geht zu Grunde. Hat die Krankheit mehre Jahre hinter einander einen Weinstock heimgesucht, so pflegt sie sich auch auf das Stammholz auszudehnen und der ganze Stock kann in Folge der Safthemmung zu Grunde gehen.

Eine ähnliche Nebenrolle wie bei der Kartoffelkrankheit die beiläufig auftretenden, die Fäulniss beschleunigenden Schimmelformen: *Oidium violaceum*, *Fusisporium Solani* und *Spicaria Solani* spielen auch bei der Traubenkrankheit mehre Pilze, indem sie von dem ausgetretenen Beerenfleisch Besitz nehmen. So fand ich im October 1865 auf kranken Weinbeeren: *Aspergillus eurotium*, *Penicillium crustaceum Fr.* und *Botrytis vulgaris Rab.* (*B. elegans?*), alle drei, besonders aber die *Botrytis* und den *Aspergillus* in grosser Menge.

Diese Pilze sind aber von ganz untergeordneter Bedeutung. Der eigentliche Traubenpilz ist das schon erwähnte *Oidium Tuckeri Berk* welches am besten in feuchtwarmen Gegenden, besonders in südlicher Lage, gedeiht und eben deshalb in dem trockenen Saalthal wie überhaupt in den trockeneren Theilen des Thüringer Beckens fast gar nicht im Freien, wohl aber in Gewächshäusern, so z. B. in Belvedère bei Weimar vorkommt.

Der Pilz zerstört an den jungen Reben im ersten Jahr nur die Epidermis, ohne in das Rindengewebe einzudringen; ebenso richtet er auf dem Blatt anfänglich keinen erheblichen Schaden an. Die Beeren werden daher, wenn der Pilz bald nach der Blüthezeit an denselben auftritt, stets durch Platzen verdorben.

Die Hyphen des Pilzes erheben sich als einfache, septirte Fäden senkrecht vom Hyphasma. Am Ende trägt dieser Faden eine oder mehre eiförmig-elliptische, meist einfache, seltener durch eine Scheidewand halbirte Sporen, welche nach ihrer Abschnürung sofort keimfähig sind und daher eine ausserordentlich rasche Verbreitung der Krankheit veranlassen. Ausser dieser Fructification fanden Amici und v. Mohl noch eine zweite. Diese tritt gewöhnlich später hervor, scheint überhaupt nicht immer zur Ausbildung zu kommen. Amici beschreibt sie als eine gelbliche Kapsel, welche an zurückgebogenen Hyphen entsteht und mit eiförmigen, zweikernigen Sporen erfüllt ist. Die Kapsel[1]) springt bei der Reife auf und streut die Sporen aus, welche sofort keimfähig sind.

Das *Oidium* spinnt sich auf der Oberhaut aller jugendlichen Pflanzentheile aus, ohne in dieselben einzudringen[2]). Hie und da treiben die Fäden kurze Aussackungen (*Haustorien*), welche sich als Haftorgane der Unterlage fest anlegen. Der Pilz schadet daher dem Weine nur durch Aussaugung der Oberhaut, deren Zellen absterben. Die Krankheit wird dem Stocke, wenn sie ihn alljährlich befällt, sehr schädlich durch Unterdrückung der Assimilation; zunächst aber besteht der Schade lediglich in der Vernichtung oder Beeinträchtigung der Erndte. Zur Verhütung der Krankheit hat man zunächst in besonders bedrohten Gegenden die Auswahl der Sorten zu berücksichtigen. Die säuerlichen und dickschaligen Trauben haben im Ganzen am wenigsten von dem Pilze zu leiden.

Als Mittel gegen das Umsichgreifen des Parasiten hat man Schwefelblumen vorgeschlagen, doch scheint dieses Remedium im Ganzen sehr wenig oder gar keinen Erfolg zu haben. Man sprengte zuerst die Trauben und das Laub mit Wasser und streute darauf Schwefelblumen aus. Der hie und da erzielte Erfolg scheint hauptsächlich der Entfernung des Pilzes durch das Wasser zuzuschreiben.

Wie aus vorstehender Darstellung der Weinkrankheit ersichtlich, ist der dabei auftretende Parasit noch ganz unvollständig bekannt[3]). Ich

---

1) Von Mohl's sogenannte *Cicinobolus*-Frucht.

2) So nach der Ansicht der meisten bisherigen Forscher, wogegen meine Untersuchungen ein etwas anderes Resultat ergeben haben.

3) Ueber die sogenannte Schwindpockenkrankheit des Weinstocks, welche Meyen (Pflanzen-Pathologie p. 204 ff.) beschreibt, und welche durch einen parasitischen Pilz hervorgerufen wird, habe ich leider eigene Beobachtungen nicht anstellen können.

theile deshalb noch einige Thatsachen mit, die aus eigenen Untersuchungen hervorgehen, und die zwar die Kenntniss des Weinpilzes noch keineswegs zum Abschluss bringen, indessen doch einige weitere Fortschritte anbahnen.

Zunächst muss ich die Angabe, dass der Weinpilz nicht ins Innere der Gewebe vordringe, in Abrede stellen. Er dringt allerdings in den Stamm ein, und zwar in Gestalt so ausserordentlich zarter Fäden, dass dieselben leicht dem Auge der bisherigen Beobachter entgangen sein können. Ueberall da, wo die Rebe erkrankt ist, erblickt man auf dünnen Längs- und Querschnitten alle Gewebeelemente, besonders aber das Mark und die Gefässe, aber auch das Rindenparenchym und selbst die verholzten Zellen von sehr feinen, zierlich verästelten Fäden durchsetzt, welche von Zelle zu Zelle sich fortspinnen, indem sie durch die Porencanäle aus- und eindringen. Dass sie die Zellenwände durchbohren, habe ich nicht wahrnehmen können.

Die Flecke auf den erkrankten Reben werden zuletzt dunkelbraun, ja schwarz. Sie heben sich warzig empor und reissen in Längsrissen auf. Untersucht man solche Warzen, so findet man, dass es Korkwarzen sind, aber solche, die unter dem Einfluss eines Pilzes entstanden, denn das Gewebe der Warze ist, wie das darunter liegende, von denselben zarten Pilzfäden durchzogen. Hie und da schnüren sie kugelige Sporen ab, etwa von der Grösse der *Penicillium*-Sporen, auch wohl grösser. Ferner findet man Fäden mit der Fructification eines *Cladosporium*, über deren Identität mit *Cl. viticola* wir bei der grossen Unbestimmtheit dieser Pilzformen kein Urtheil wagen. Die feinen Fäden entstehen aus keimenden *Micrococcus*-Zellen; es findet also beim Weinpilz eine ähnliche Ueberwinterung statt wie beim Kartoffelpilz: das *Mycelium* zerfällt, es ist selbst nicht mehr fortentwickelungsfähig, aber der von ihm gebildete *Micrococcus* ist fähig zu keimen, sobald die nöthige Feuchtigkeit vorhanden, und das findet statt beim Wiedereintritt des Saftes in das Holz [1].

Der Erkrankungen fleischiger Wurzeln, Wurzelstöcke, Knollen, Knollenknospen u. s. w. giebt es eine grosse Anzahl, und bei weitem die meisten derselben sind parasitischer Natur. Sprichwörtlich geworden ist die Kartoffelkrankheit, ferner die Krankheiten der Runkelrüben, der Mohrrüben und andere. Wir lassen hier die Krankheiten der einzelnen Pflanzenorgane auf einander folgen.

---

[1] Dieses Verhältniss hat schon PAYEN geahnt (a. a. O. Taf. V, Fig. 7), nur konnte er darüber nicht zur Klarheit kommen, weil die Hefelehre noch zu dunkel und unvollständig war.

1. Krankheiten fleischiger Wurzeln.

a. Krankheiten der Mohrrübe.

Die Mohrrüben sind ziemlich zahlreichen parasitischen Erkrankungen ausgesetzt. Eine der neuesten Arbeiten über Parasiten der Mohrrübe ist die von H. KARSTEN [1]. Die von ihm beschriebene Krankheit ist eine Art von Fäulniss, hervorgerufen durch einen Pilz, den KARSTEN *Helicosporangium parasiticum* nennt, und der der Rübe einen blassen Anflug ertheilt, von welchem aus missfarbige faulende Stellen ins Innere vordringen. Die Cultur des Pilzes ergab ausser dem *Helicosporangium* noch *Polydesmus exitiosus Kühn*.

Dieser *Polydesmus* scheint die Ursache der Erkrankung zu sein, denn KARSTEN fand ihn an der Frucht, aus welcher er beim Keimen in die junge Pflanze eindringt. Das *Helicosporangium*, eine *Erysibea*, würde nach KARSTEN's Ansicht als die geschlechtliche Generation des *Polydesmus* anzusehen sein.

Hier, wie bei den meisten parasitischen Erkrankungen, sind die Fäulnissprocesse, d. h. die Zersetzung der Gewebe unter dem Einfluss des *Micrococcus*, noch ganz übersehen.

Eine Andeutung dafür giebt WORONIN [2], doch ist das von ihm bei der Schwarzerle und bei der Lupine Gesehene durchaus falsch gedeutet. Er fand in den Wurzelanschwellungen der Erle und der Lupine kleine bewegliche Körper, theils punctförmig, theils stabförmig, ähnlich wie *Zoogloea*, *Vibrio* und *Bacterium*. Es sind diese Körper nichts Anderes als Pilzschwärmer und *Micrococcus*, zu Gliederkettchen (*Mycothrix*) auswachsend. WORONIN hat die wahre Bedeutung dieser Körper aber nicht erkannt, daher konnte es ihm auch nicht gelingen, durch Cultur den Pilz ausfindig zu machen, dem sie ihren Ursprung verdanken.

Ohne Zweifel tritt auch die sogenannte Zellenfäule der Mohrrübe, welche der Kartoffelkrankheit analog ist, nur durch den Einfluss eines *Micrococcus* ein.

J. KÜHN hat noch eine andere Mohrrübenkrankheit beschrieben, welche durch den Rübentödter: *Helminthosporium rhizoctonon* hervorgerufen wird [3]. Die Möhre ist dabei mit einem narbigen schwarz-violetten Ueberzug bedeckt. Die Zersetzung beginnt am unteren Ende und rückt

---

1) H. KARSTEN, Ursache einer Mohrrübenkrankheit. Preussische Annalen der Landwirthschaft, herausg. v. SALVIATI. 1865. p. 229.

2) M. WORONIN, Ueber die bei der Schwarzerle und der gewöhnlichen Garten-Lupine auftretenden Wurzelanschwellungen. Abhdl. d. Petersb. Akad. d. Wiss. 1866.

3) Vergl. MONTAGNE, *Communication relative à plusieurs maladies des plantes économiques et potagères. Paris* 1857. p. 7 ff.

nach oben vor. Der Pilz tritt zuerst in Gestalt kleiner Warzen von braunpurpurrother Farbe auf. Diese vergrössern und vereinigen sich. Der Pilz sendet seine Fäden anfangs nur in die Rindenzellen, erst später dringen sie tiefer in das Gewebe ein. Die ergriffenen Gewebe gehen dann in nasse Fäule über. Der fragliche Parasit ist nach MONTAGNE wahrscheinlich identisch mit der so vielen Pflanzen verderblichen *Rhizoctonia Medicaginis* und ähnelt dem Safrantod: *Rhizoctonia Crocorum*, welcher die Zwiebeln des Safrans zerstört. Alle derartigen Bildungen scheinen aber nichts Anderes zu sein als *Sclerotien*-Bildungen, wie schon KÜHN ganz richtig bemerkt; man hat also ihre specifische Natur noch näher zu untersuchen und kennt im Grunde bis jetzt nur ihr *Mycelium*.

Auch eine Blattkrankheit der Möhren erwähnt KÜHN. Die Blätter werden schwarzgrau, ebenso der Stiel, zuerst von den Spitzen her und in einzelnen Flecken, bis zuletzt die Blätter oft ganz absterben. Diese Blattkrankheit hat mit der Rübenfäule nichts zu thun, jedoch kommt es vor, dass Zellenfäule, *Rhizoctonia* und Blattkrankheit gleichzeitig an derselben Pflanze auftreten.

Das Befallen der Blätter ist epidemisch; es geht oft von einem Punct eines Feldes aus, von wo es sich allmählich über das ganze Feld verbreitet. Der hierbei thätige Parasit ist der Rapsverderber: *Polydesmus exitiosus*[1], und zwar unterscheidet KÜHN eine besondere Varietät *B. Dauci*. Das Befallen mit diesem Pilz beginnt an den äusseren Blättern, von da nach innen vorrückend.

KÜHN fand beim letzten Stadium der Krankheit, wo sehr häufig Fäulniss des Stengels eintritt, *Aspergillus candidus* und *Asp. glaucus* an der Aussenfläche und glaubt, diese Schimmelpilze hätten mit der eigentlichen Krankheit nichts gemein. Bedenkt man aber, dass *Aspergillus* eine so sehr variable *Sporidesmium-Stemphylium*-Frucht besitzt, so drängt sich die Ueberzeugung auf, dass sich hier der *Aspergillus* aus dem *Polydesmus* entwickelt habe[2].

b. Krankheiten der Runkelrübe.

Ausser zweien Erkrankungen der Zuckerrübe, deren wir weiter oben gedachten, beschreibt SCHACHT noch eine solche, welche diese wichtige Wurzel in den Miethen während des Winters befällt, und welche darin besteht, dass das Gewebe, von aussen nach innen, hellbraun und durchscheinend wird. Das ganze Gewebe ist abgestorben, hie und da von Pilz

1) Vgl. MONTAGNE, *Communication relative à plusieurs maladies de plantes*. Par. 1857. p. 5.

2) Ob die beiden hier unterschiedenen Arten von *Aspergillus* wirklich specifisch verschieden sind, dürfte noch näher zu erweisen sein.

fäden durchzogen, welche die Cultur als zu *Penicillium crustaceum Fr.* und *Botrytis elegans Cord.* gehörig auswies. Merkwürdig ist es, dass SCHACHT die Hefebildungen gänzlich entgangen sind, während er doch ausdrücklich bemerkt, dass nur wenige Pilzfäden sichtbar sind, wodurch allein der energische Zersetzungsprocess sich schwerlich erklären lässt. SCHACHT glaubt, dass eine *Cicinobolus*-Frucht, welche er auf der Oberfläche der allmählich eingetrockneten Rübe zur Ausbildung kommen sah, als zweite Fructification zur *Botrytis* gehöre.

Rübenkrankheiten sind übrigens schon früher beobachtet worden. Ohngefähr zur Zeit der mächtigsten Entfaltung der Kartoffelkrankheit, in den Jahren 1846—1848, fand im nördlichen Frankreich in vielen Gegenden eine Erkrankung der Rüben statt, welche darin bestand, dass kurz vor der völligen Reife der Rübe die Blätter bleichten, sich mit braunen Flecken bedeckten und zu Boden sanken, während die Blattstiele sich bräunten. Es stieg eine röthliche organische Masse, wahrscheinlich der *Micrococcus* eines Pilzes, aus den Blättern durch Vermittelung der Gefässbündel in die Rübe hinab, innerhalb welcher der Zucker in *Glucose* verwandelt wurde; zuletzt wurde auch diese zerstört; die ganze Veränderung erinnert also unmittelbar an diejenige, welche SCHACHT als in den Miethen vorkommend beschreibt. Das von der Krankheit zerstörte Gewebe gleicht sehr dem der kranken Kartoffel; es erhärtet sich beim Kochen und zeigt die nämliche chemische Zusammensetzung.

Diese Krankheit richtete im Ganzen nur unbeträchtlichen Schaden an. Verderblicher wurde diejenige Rübenkrankheit, welche im Jahre 1851 in der Umgegend von Valenciennes zum Ausbruch kam. Die Rübenerndte missrieth gänzlich. Das vorhergehende nasse Wetter konnte nicht wohl als der alleinige Grund der völligen Misserndte angesehen werden, deshalb wurde eine Commission zur Erforschung der Ursachen eingesetzt. Im Jahr 1852 brach trotz der sehr günstigen Witterung die Krankheit aufs Neue aus, und PAYEN [1]), der jener Commission angehörte, studirte dieselbe genauer als im Jahre zuvor. Er fand, dass 1 — 2 Monate vor der Reife der Rüben sich auf den Blättern in grosser Anzahl kleine gelbliche Flecken zeigten, welche sich allmählich vergrösserten. Die Blätter waren dabei aufgedunsen und lufterfüllt, so dass sie unter dem Fusstritt knisterten. Dabei faulten die Wurzeln von unten her und bräunten sich. Die Umgebung der Gefässbündel zeigte auch hier eine braune Färbung. Ein Fäulnissprocess zog sich durch die Gefässbündel von Punct zu Punct.

PAYEN wies im ganzen Ausbreitungsbezirk der Krankheit in den Gefässen eine feinkörnige, schleimige, orangenfarbene Masse nach, offenbar der *Micrococcus* eines Pilzes. Die Enden der feinen Saugwurzeln sind oft

1) A. PAYEN, *Les Maladies des pommes de terre, des betteraves etc. Paris* 1853.

verdickt und fast immer an der Spitze abgefault. Diese Veränderung der Spitze wird durch kleine Organismen, wahrscheinlich durch *Micrococcus*, hervorgebracht.

Als Ursache dieser Erkrankung wird in erster Linie eine zu lange fortgesetzte Cultur der Rübe auf demselben Boden betrachtet, wodurch der Boden seiner alkalischen Salze beraubt wird. PAYEN hält für noch wesentlicher den Mangel an Luft in einem undurchlässigen, schweren, daher nassen Untergrund. Bei lockerer Bearbeitung des Bodens dringen die Hauptwurzeln in diesen Untergrund vor, wo sie aus Mangel an Luft in Fäulniss gerathen unter dem Einfluss der im Boden befindlichen Hefebildungen. Alle diese Thatsachen stellte PAYEN im Verein mit POINSOT und BOUILLON fest durch sorgfältige statistische und chemische Untersuchungen. Der ganze Krankheitsverlauf besteht also darin, dass von den zerstörten Wurzelspitzen aus sich ein durch Hefe vermittelter Fäulnissprocess, vorzugsweise dem Verlauf des Saftstromes in den Gefässbündeln folgend, durch die ganze Pflanze zieht, die Blätter, zuerst stellenweise, des Chlorophylls beraubt, den Zucker in den Rüben zerstört und die kräftige Entwickelung derselben hemmt. Es folgt daraus von selbst, dass öfterer Wechsel des Bodens, gute Drainage und wo möglich Auswahl eines durchlässigen Untergrundes die geeigneten Mittel zur Verhütung der Krankheit sind. Auch die Vermeidung frischen Düngers ist wesentlich. Der Dünger muss, wenn man überhaupt organischen Dünger anwenden will, im Jahre zuvor auf das Land gebracht und durch Culturen anderer Gewächse möglichst zersetzt werden.

JULIUS KÜHN hat uns besser als die genannten Forscher mit den parasitischen Erkrankungen der Rübe bekannt gemacht. Er erwähnt zunächst des Rostes (*Uredo Betae*) als einer seltneren Krankheit, ferner der durch *Depazea Betaecola* hervorgerufenen Blattdürre. Die von PAYEN beschriebene Rübenkrankheit bezeichnet er in Uebereinstimmung mit SCHLEIDEN als Zellenfäule und glaubt, dass sie der Kartoffelkrankheit analog sei. Die von ihm so bezeichnete Krankheit scheint aber von der durch PAYEN beschriebenen doch verschieden zu sein, denn PAYEN sagt ausdrücklich, dass die Erkrankung von der Wurzelspitze ausgehe, während KÜHN die Herzblätter als den Angriffspunct derselben bezeichnet, sie daher auch Herzfäule nennt. Dabei soll eine *Erysibe* (Mehlthau) auftreten.

Dieser Zellenfäule oder Herzfäule gesellt sich aber oft noch eine andere Krankheit hinzu, die übrigens auch selbstständig vorkommt und dadurch hervorgerufen wird, dass an der Spitze einer Seitenwurzel violette oder schwarzbraune, narbige Flecke auftreten, hervorgerufen durch einen parasitischen Pilz: *Helminthosporium rhizoctonum Rab.*, Rübentödter genannt. Die Flecke breiten sich immer weiter aus, überziehen die ganze Rübe, selbst die feinsten Wurzeln. Unter dem Einfluss des Pilzes fault das Zellgewebe und bräunt sich. Auch für diese Krankheit werden nur

palliative, auf eine möglichst normale, kräftige und gesunde Entwickelung der Rübe abzielende Maassnahmen vorgeschlagen. Feuchter Boden begünstigt die Krankheit, daher wird gute Drainage empfohlen. Ferner empfiehlt KÜHN Herbstdüngung, so zwar, »dass bald nach Aberntung der Vorfrucht der Dünger aufgebracht, flach eingestürzt, ein Gemenge von Sommer- und Winterraps dicht angesäet und dieses beim tiefen Wenden im Spätherbst untergebracht wird«, ein Verfahren, welches auf ähnlichen Principien ruht wie das von PAYEN.

2. Krankheiten von Knollenknospen.

Die Kartoffelkrankheit.

Die Literatur über diesen Gegenstand ist ungeheuer, und doch ist er nicht völlig zum Abschluss gekommen. Eine der neuesten und besten Schriften über die Kartoffelkrankheit ist diejenige von DE BARY. DE BARY hat klarer als Frühere nachgewiesen, dass die *Peronospora infestans* die eigentliche Ursache der Erkrankung sei, wogegen er *Fusisporium* und *Spicaria Solani* nur für unschädliche und zufällig hinzutretende Schimmelpilze hält. Die *Peronospora infestans* dringt in oberirdische und unterirdische Theile der Kartoffelpflanze, sogar in die Korkbedeckung der Knolle und in die Ausläufer ein. Es gelang DE BARY sogar die Cultur der *Peronospora* auf *Solanum Dulcamara L.* Der Pilz überwintert nach DE BARY als *Mycelium* in den kranken Knollen [1]. Die Fäulnisserscheinungen sind auch hier übersehen worden.

Die *Peronospora* ist zuerst im Jahr 1845 unter dem Namen *Botrytis devastatrix* beschrieben worden, weshalb CASPARY sie nicht mit Unrecht *Peronospora devastatrix* nennt. Der Name *Botrytis infestans* rührt von MONTAGNE her, daher nannte CASPARY den Pilz, welcher von UNGER mit dem Beinamen *trifurcata* in die Gattung *Peronospora* gestellt war: *Peronospora infestans*, bis er seinen Irrthum in der Priorität erkannte [2]. DESMAZIÈRES nannte den Pilz *Botrytis fallax* und HARTING *B. Solani.*

Die Kartoffelkrankheit ist zuerst am Kraut sichtbar, welches braune Flecken an Blättern und Stengeln zeigt, bald früher, bald später im Jahr, meist im Juli und August. Warmes feuchtes Wetter wirkt begünstigend auf die Krankheit ein, wogegen sie bei anhaltender Dürre gar nicht oder doch weit langsamer um sich greift. Nach eintretendem warmen Regen ist oft der Krankheitsverlauf ungemein rapid [3]. Kurze Zeit, nachdem der

1) A. DE BARY, *Recherches sur le développement de quelques champignons parasites. Annales des sciences naturelles. 4. série, t.* 20, Nr. 4.

2) Zuerst wurde er von CASPARY als *Peronospora Fintelmanni* bezeichnet. Die Gattung *Peronospora* war von CORDA aufgestellt worden.

3) Vgl. ausser zahlreichen anderen Arbeiten auch: DR. v. HOLLE, Ueber den Kartoffelpilz. Botan. Zeitung 1858, Nr. 5.

Pilz auf dem Kraut nachweisbar war, findet man auch die Kartoffelknolle erkrankt; weit seltner beginnt in ihr die Fäulniss schon vor dem sichtbaren Befallen des Krautes. Der eigentliche Fäulnissprocess ist noch ganz unaufgeklärt. Dass der *Micrococcus* eines oder vielleicht mehrer Pilze eine wesentliche Rolle dabei spielt, kann ich nach einer blossen Voruntersuchung bestimmt behaupten, wie denn auch schon MARTIUS diesen *Micrococcus* gesehen hat.

Man unterscheidet gewöhnlich die Trockenfäule und Nassfäule der Kartoffel, indem man die eigentliche Kartoffelkrankheit als Nassfäule bezeichnet. Gar oft aber lässt sich eine so strenge Unterscheidung nicht durchführen.

Bei der Trockenfäule sind jedenfalls mehre Pilze thätig und scheint hier mehr das *Mycelium* als die Hefe von Wichtigkeit zu sein. H. KARSTEN beschreibt Formen von *Fusisporium* und von *Spicaria Solani Harting* als auf der trocken faulenden Kartoffel vorkommend, was ich nur bestätigen kann. Ich halte auch die dem *Stysanus Stemonitis Corda* vorhergehende *Acrosporen*-Pflanze, welche ich (Botan. Zeitung 1866 Nr. 21) als »*Stachylidium*-Form« beschrieben habe, für nicht verschieden von HARTING's *Spicaria*; jedoch dürfte das noch genauer zu untersuchen sein. Jedenfalls ist die Zusammengehörigkeit des *Stysanus* mit der auf Kartoffeln schmarotzenden *Stachylidium*-Form durch meine Untersuchungen völlig ausser Zweifel gestellt, und eine solche Zusammengehörigkeit hat auch durchaus nichts Seltsames, da sie für CORDA's *Stachylidium paradoxon* längst bekannt war, um abzusehen von den Stammbildungen weniger verwandter Schimmelpilze[1], wie *Penicillium, Aspergillus* u. a. Dass jener *Stachylidio-Stysanus* von *Spicaria Solani Hart.* nicht verschieden sei, wird auch durch meine Beobachtung des Eindringens der Pilzfäden in das Kartoffelstärkekorn bestätigt, welches ich genau so auffand, wie es von SCHACHT[2] beschrieben wird. SCHACHT knüpft zwar diese Erscheinung an das Vorhandensein des *Oidium violaceum*, jedoch bewies er selbst die Zugehörigkeit des *Oidium* zum *Fusisporium Solani*, und bei meinen Culturen ging jenem *Stachylidium* (*Spicaria*) ein *Fusisporium* vorher, so zwar, dass an demselben Faden zuerst die spindeligen *Fusidium*-Sporen, dann die Sporen der *Spicaria* abgeschnürt wurden. Uebrigens hat nicht SCHACHT, sondern, wie ich schon einmal hervorhob, v. MARTIUS[3] zuerst den Nachweis geführt, dass die Stärkekörner der Kartoffel von Pilzfäden angebohrt

1) Vgl. Botan. Zeitung 1866, Nr. 50.

2) PRINGSHEIM's Jahrbücher III, p. 445 ff. und H. SCHACHT, Die Kartoffelpfl. und deren Krankheit.

3) C. FR. PH. v. MARTIUS, Die Kartoffel-Epidemie der letzten Jahre oder die Stockfäule und Raude der Kartoffeln. München 1842. Taf. III, Fig. 33 *a—i*.

werden. Ueberhaupt ist die Arbeit von MARTIUS eine der besten, welche über die Kartoffelkrankheit geschrieben sind[1]. Ausgezeichnete Abbildungen der faulen und kranken Kartoffeln begleiten den Text, und dem Studium des Pilzes ist eine für den damaligen Standpunct der Mykologie bewundernswerthe Sorgfalt gewidmet. Einem so tüchtigen Beobachter konnte auch die *Micrococcus*-Bildung nicht entgehen, die er richtig abbildet[2] und beschreibt. Dass er sie nicht richtig deutete, sondern »für Niederschläge aus dem Zellsaft« hielt, ist nur zu begreiflich, da seitdem die Mikroskope und in Folge dessen die Mykologie so ausserordentliche Fortschritte gemacht haben. Kartoffelkrankheiten hat man in Deutschland schon seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts beobachtet. GLEDITSCH beschreibt schon 1769 eine Fäulniss der Kartoffel, welche mit unserer Kartoffelkrankheit die grösste Aehnlichkeit besitzt, auch wohl nicht verschieden davon ist. In den Jahren 1776—1779 herrschte in der Umgegend von Göttingen die Kräuselkrankheit, welche sich in einem eigenthümlichen Verkräuseln der Blätter, Fehlschlagen der Blüthen und der Knollen äussert. 1783 wurden die Kartoffeln im Voigtlande von einer Krankheit heimgesucht, welche durch den Frass einer vollköpfigen Larve, dem Mehlwurm ähnlich, hervorgerufen schien. Die Kräuselkrankheit griff indess weiter um sich, trat bei Heidelberg, Mannheim, im Darmstädtischen, in Schwaben und selbst in England auf, wo sie »Curl« genannt wurde. Wahrscheinlich ist diese Krankheit, die 1790 auch in Hannover auftrat, nur ein Stadium unserer Kartoffelkrankheit (Stockfäule oder nasse Fäule).

Auch das Auftreten blaulicher Pilze (*Oidium violaceum*) im Innern der Kartoffel war schon im vorigen Jahrhundert unter dem Namen der blauen Pocken bekannt.

Die eigentliche Kartoffelkrankheit brach in Deutschland ohngefähr im Jahr 1830 mit Heftigkeit aus und griff in den nächsten zehn Jahren in schreckenerregender Weise um sich. Die Krankheit wurde bezeichnet als Stockfäule, Kartoffelkrebs, Brand der Knollen, Knollenfäule u. s. w. Man unterschied diese Krankheit von der trocknen Fäule. 1830 kam die Epidemie besonders im Westerwald und in der Eifel zum Ausbruch, verbreitete sich in der Rheinebene, 1836 wüthete sie dort, so zwischen Koblenz und Köln, überaus heftig und breitete sich durch Rheinhessen, die Pfalz u. s. w. in Mitteldeutschland aus.

Sehr scharfsinnig bemerkt v. MARTIUS, dass gleich anfangs die Kartoffelkrankheit vorzugsweise in solchen Gegenden wüthete, wo starke Düngung und Zerschneiden der Setzkartoffeln üblich sei. Es unterliegt

---

1) Dass die von MARTIUS beschriebene Krankheit von der eigentlichen Kartoffelkrankheit verschieden sei, lässt sich durch nichts beweisen.

2) A. a. O. Taf. III, Figg. 19, 36, 37.

gar keinem Zweifel, dass der Dünger durch Einbringen und Ernähren der Pilzelemente, besonders der *Micrococcus*-Zellen, in den Boden sehr nachtheilig auf alle Culturpflanzen wirken, dieselben mit zahlreichen Parasiten bevölkern muss; und dass das Zerschneiden der Kartoffel diesen Keimen der Parasiten den besten Angriffspunct verschafft, liegt auf flacher Hand.

V. MARTIUS hatte im Jahre 1842 seine Abhandlung über die Stockfäule (*Gangraena tuberum Solani*) der französischen Akademie der Wissenschaften übergeben. 1843 und 1844 brach die Krankheit in Canada und in der Union aus, 1845 durchzog sie Deutschland, Belgien, Holland, Frankreich, Grossbritannien, ja sie drang aus Westphalen durch Hannover bis Dänemark und durch Mecklenburg bis nach Russland vor. Für Irland wurde bekanntlich die Krankheit in höchstem Grade verderbenbringend, so sehr, dass ein grosser Theil der ganz auf Kartoffeln und Häringe angewiesenen Bevölkerung zur Auswanderung genöthigt war. In Folge einer der Hauptackerbaugesellschaft zu Paris am 20. Aug. 1845 zugestellten Probe kranker Kartoffeln aus der Umgegend von Paris wurde dieselbe vom Ministerium für Ackerbau und Handel zur Einsetzung einer Commission veranlasst, welche über das Wesen der Krankheit und die Mittel, sie zu hemmen, Auskunft geben sollte. Indessen wüthete die Krankheit fort; sie wurde, verbunden mit der gänzlichen Misserndte vom Jahre 1847, zu einem Vehikel der Volksaufregung im folgenden Jahr und nahm bis zum Jahr 1850 eher zu als ab. Erst 1851 wurde ihr Gang unregelmässiger und hat seitdem sich zwar in jedem Jahre, bald mehr, bald weniger gezeigt, im Ganzen aber weit weniger verheerend als in den vierziger Jahren, was besonders wohl der sorgsamen Bekämpfung des Uebels zuzuschreiben ist.

Das Studium der Krankheit ergab eine Reihe von Gelegenheitsursachen, von denen wir schon das Zerschneiden der Setzkartoffeln, zu starke und zu frische Düngung und zu nasses Wetter erwähnten. Natürlich ist nasser Boden ebenso verderblich, und eben daher erkranken die Kartoffeln auf Sandboden weniger leicht als auf schweren Bodenarten. Auch die Sorte fand man von grossem Einfluss auf die Leichtigkeit der Ansteckung.

Die Krankheit zeigt sich zuerst auf den Blättern, besonders an der Unterseite; von da aus steigt sie durch den Stengel abwärts in die unterirdischen Theile und afficirt mehr oder weniger die jungen Knollen. Oft sehen diese beim Ausnehmen ganz gesund aus, beherbergen aber die *Peronospora*, faulen daher im Keller und stecken andere Knollen an. Man muss daher die Kartoffeln im Keller möglichst oft auslesen; man darf sie nicht zu hoch aufschichten und muss zu Setzkartoffeln nie solche nehmen, welche mit kranken zusammengelegen haben. Die Setzkartoffeln

dürfen niemals mit Speisekartoffeln zusammenliegen. Man muss zu diesem Zweck gleich beim Ausnehmen die allerschönsten Knollen aussuchen und dieselben luftig, dünn geschichtet und hell bis zum Legen aufbewahren.

Einen sehr schönen Beleg für das allmähliche Vorrücken des Parasiten von oben nach unten theilt PAYEN [1]) mit, indem er zeigt, dass bei den Kartoffeln mit langen, mehr knolligen Ausläufern stets die oberste Knolle zuerst ergriffen wird, die übrigen der Reihe nach.

Die Blätter nehmen eine unscheinbare, grauliche, dann gelbliche Farbe an, schrumpfen zusammen, werden fleckig [2]); auf der Rückseite erblickt man die Pilzfäden als zarten spinnwebigen Anflug auf meist etwas feuchter Grundlage. Soweit schreitet die Krankheit in wenigen Tagen fort. Nimmt man jetzt Knollen heraus, so erscheinen sie noch ganz unversehrt und man kann jetzt durch Abschneiden des Krautes noch einen Theil der Erndte retten. Wenige Tage später sind die Knollen schon mit dem Pilz inficirt. Sobald das geschehen ist, sieht man auf der Durchschnittsoberfläche der Kartoffel bräunliche, verfärbte Linien und Flecken, welche vom Anheftungspunct her sich längs der zu den Augen führenden Gefässbündel hinziehen. Die Stärke verschwindet in den Zellen, zuletzt wird die ganze Kartoffel braun, verschrumpft und übelriechend.

Kartoffeln, welche auf diese Weise nur eines Theils ihrer Stärke beraubt sind, kann man zwar nicht mehr verspeisen, doch lassen sie sich noch recht gut zur Darstellung der Kartoffelstärke benutzen.

In Deutschland war die Ursache der Kartoffelkrankheit durch MARTIUS, in Belgien durch MORREN, in Frankreich durch MONTAGNE, in England durch LINDLEY und BERKELEY aufgedeckt und auf die Einwirkung eines Pilzes zurückgeführt worden. Wir rechnen auch MARTIUS zu den Entdeckern, denn er hat offenbar schon die *Peronospora* gekannt, wenn er auch nicht gerade diesen Pilz als den wichtigsten von allen vorgefundenen ansah. Andere deutsche Mykologen suchten in der Kartoffel eine erbliche Degeneration nachzuweisen und erst später brach sich die richtige Ansicht bei uns Bahn.

Die französischen Forscher haben uns auch darin bedeutend überflügelt, dass sie nicht nur die von MARTIUS zuerst wahrgenommene feinkörnige Masse gesehen, sondern auch ihren Ursprung und ihre Bedeutung für die Kartoffelkrankheit richtig erkannt haben: MORREN, MONTAGNE und Andere kannten den Ursprung des *Micrococcus* aus den Sporen der

---

1) A. PAYEN, Les Maladies des pommes de terre, des betteraves, des blés et des vignes. Paris 1853. p. 11. Pl. 1. f. 7.

2) Bezüglich der verschiedenen Flecken siehe die oben citirte Arbeit des Herrn Dr. v. HOLLE.

Peronospora (*Botrytis*), sie wussten, dass diese kleinen Zellen die Verbreiter dieser Krankheit waren, dass sie die Penetration des Uebels in's Innere der Kartoffel vermittelten und sicherlich würden sie zur vollständigen Aufdeckung dieses Verhältnisses gelangt sein, hätte man klarere Anschauungen von der Natur der Hefe gehabt. Sagt doch PAYEN bestimmt genug, jene kleinen Zellen (*Micrococcus*) seien eine Art von Hefe, welche, durch den Kartoffelpilz ausgebildet, von Zelle zu Zelle wandere und die Fäulniss veranlasse. Und zwar ist dieser Fäulnissprocess ein ganz eigenthümlicher.

Ueberlässt man eine kranke Kartoffel der gewöhnlichen Fäulniss, so werden gerade die gesunden Partien derselben zersetzt, indess die erkrankten am längsten widerstehen. Es hat also der *Micrococcus* der *Peronospora* ganz bestimmte specifische Eigenthümlichkeiten und leitet daher einen eigenthümlichen Zersetzungsprocess ein, verschieden von den übrigen Fäulnisskrankheiten der Kartoffel. Derartige Vorkommnisse giebt es mehrfach in der organisirten Natur. Die Cholera, die Blattern und andere ansteckende Krankheiten der Menschen und Thiere werden durch den *Micrococcus* verschiedener Pilze hervorgerufen, welche eine ganz bestimmte Zersetzung ihres Nährbodens bewirken.

DE BARY [1]) hat besonders dadurch Verdienst um die Erkenntniss der Kartoffelkrankheit, dass er die bis dahin als Sporen der *Peronospora* aufgefassten, am Ende der Hyphen succedan abgeschnürten Zellen als Sporangien kennen lehrte, innerhalb deren eine Anzahl grosser schwärmender Sporen (*Zoosporen*) ausgebildet werden, welche ihrerseits keimfähig sind und in das Laub der Nährpflanze eindringen. Gegen die Auffassung der Spore als *Sporangium* lassen sich freilich viele gewichtige Gründe geltend machen, unter denen die Keimfähigkeit derselben nicht der unbedeutendste ist. Wohin soll es aber führen, wenn man jede schwärmerbildende Zelle Sporangium nennen will. Vielleicht ist jede Pilzzelle fähig, *Micrococcus* auszubilden, kann also ebenso gut wie die Spore der *Peronospora* auf den Rang eines Sporangiums Anspruch erheben. DE BARY gab sehr lehrreiche Aufschlüsse über die Abschnürungsweise der Sporen (Sporangien) an den Enden der unseptirten Fäden[2]. Die Penetration setzt er, wie wir schon anfänglich sahen, ganz auf Rechnung des *Mycelium*, welches, wie von den französischen Forschern, dann weit später in Deutschland durch SPEERSCHNEIDER und Andere nachgewiesen wurde, aus dem Laub in die Kartoffelknolle hinabsteigt, um

---

1) A. DE BARY, Die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit, ihre Ursache und ihre Verhütung. Leipzig, 1861.

2) A. DE BARY und M. WORONIN, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze. Zweite Reihe. Frankfurt a. M. 1866, p. 35, Taf. VIII.

dort zu überwintern. Diese Penetration kann man sich in zweifacher Weise denken. Entweder nimmt die Kartoffel die am Laub entwickelten Pilzbildungen durch den Boden auf. In diesem Falle muss man annehmen, dass die Zoosporen am Boden keimen, in denselben und in die Knollen eindringen. Dass die Krankheit diesen Weg nimmt, ist aber sehr unwahrscheinlich, denn es vergeht zwischen der Erkrankung des Laubes und der Knolle eine viel zu kurze Zeit; auch fehlt es an jedem Nachweis des *Mycelium* am Boden. Dagegen haben wir den directen Nachweis des Vordringens des *Myceliums* von oben her und selbst die Fälle, in denen es SCHACHT und anderen tüchtigen Beobachtern nicht gelingen wollte, das *Mycelium* unterhalb der Blätter im Stengel nachzuweisen, können nichts Befremdendes haben, da man gar leicht überall. soweit die Erkrankung reicht, den *Micrococcus* nachweisen kann. Diesem ist daher ganz besonders die Penetration und die Erhaltung der Krankheit in der geerndteten Kartoffel zuzuschreiben.

Dass das *Mycelium* selbst lebensfähig in den Knollen überwintert, ist bis jetzt überhaupt nicht direct nachgewiesen, denn das Hervorbrechen der *Peronospora*-Hyphen aus der angefeuchteten kranken Kartoffel beweist nicht das Hervorgehen dieser Hyphen aus dem vorhandenen *Mycelium*. Es ist ja möglich, dass auch Myceläste sich lebenskräftig erhalten; ein grosser Theil der Neubildungen geht aber jedenfalls aus gekeimtem *Micrococcus* hervor.

Aus allem Bisherigen sehen wir, dass die Lehre vom Contagium der Kartoffelkrankheit noch sehr beträchtliche Lücken enthält, welche nur dadurch ausgefüllt werden können, dass man die ganze, jedenfalls höchst unvollständig bekannte, Entwickelungsgeschichte der *Peronospora devastatrix Casp.* und aller dazu gehörigen Generationen aufdeckt.

Wir haben im Laufe dieser geschichtlichen Darstellung schon von den Verhütungsmassregeln gesprochen und können dem Gesagten noch Weniges hinzufügen. VILMORIN empfiehlt, die Setzkartoffel vor dem Legen einige Tage trockner Luft und hellem Lichte auszusetzen. Auch schwache Beizen, wie man sie beim Getreide gegen die Brandkrankheiten anwendet, thun gute Dienste. An die Stelle der vegetabilischen und animalischen Düngung ist es besser, besonders in schweren Bodenarten, mineralische treten zu lassen.

In Frankreich wählt man, wo Kartoffelkrankheit zu befürchten steht, die frühreifen Sorten und legt schon im Herbst, was freilich durch das mildere Klima begünstigt wird. Herrn SAVART gelang es auf diese Weise, eine doppelte Erndte zu erzielen. Die erste Erndte fand im Mai statt, bevor die Kartoffelkrankheit die Pflanzung beeinträchtigen konnte. Anfang Mai's wurde für die zweite Erndte gelegt. Diese Pflanzung begann

kräftig zu vegetiren zu einer Zeit, wo die Krankheit schon vorüber war und entging dergestalt ebenfalls der Verderbniss.

Dass man Kartoffeln nicht längere Zeit auf demselben Terrain bauen dürfe, versteht sich von selbst, denn abgesehen von den allgemeinen bekannten Nachtheilen der Erschöpfung des Bodens durch eine und dieselbe Pflanze, häuft man durch vieljährigen Kartoffelbau die Schmarotzerpilze dergestalt an, dass sie der Frucht mit jedem Jahr verderblicher werden müssen.

Dass man die kranke Kartoffel noch zur Stärkebereitung verwenden könne, haben wir schon erwähnt. Ist die Krankheit noch in den ersten Stadien, so kann man die Frucht noch geniessen, dieselbe auch, gut gekocht, dem Vieh füttern. Natürlich muss das sobald wie möglich nach dem Ausnehmen geschehen, wobei man nur völlig gesunde Kartoffeln zur Aufbewahrung im Keller wählen darf.

Den Schorf oder Grind der Kartoffel, eine unnatürliche Korkwucherung in den äusseren Schichten, hat J. Kühn auf einen noch etwas räthselhaften Pilz zurückgeführt, den er *Rhizoctonia Solani* nennt.

3. Krankheiten der Zwiebeln.

Unter den Zwiebelgewächsen werden besonders diejenigen von gefährlichen Krankheiten befallen, welche aus wärmeren Gegenden bei uns eingeführt sind. Eine der verderblichsten, besonders für Hyacinthen-Zwiebeln, ist der sogenannte weisse Rotz, eine parasitische Erkrankung, welche darin besteht, dass die ausgenommenen Zwiebeln vom Hals herab unter dem Einfluss eines weissen Schimmels faulen. Es scheinen mehre verschiedene Schimmelformen dabei thätig zu sein. Auch Sclerotien-Bildungen kommen dabei vor.

Die Sclerotien-Bildungen, welche an vielen Pflanzen, so z. B. auch im Stengel der Kohlgewächse vorkommen, rufen bei den Zwiebeln eine eigene Krankheit, den sogenannten schwarzen Rotz hervor, wobei alle Schuppen mit kleinen schwarzen Sclerotien besetzt sind. Sehr richtig sagt Meyen [1]), dass solche Zwiebeln, am Boden liegend, verjauchen (d. h. faulen), der Luft ausgesetzt, dagegen modern (d. h. verwesen).

Sclerotien kommen auch auf den Wurzeln verschiedener Pflanzen vor und ich muss die Arten der De Candolle'schen Gattung *Rhizoctonia* ebenfalls hierher ziehen. Diese werden in einigen Formen auch den Zwiebeln sehr verderblich; am berüchtigtsten sind: *Rhizoctonia Allii* und der Safrantod: *Rh. Crocorum*. Auch die Ringelkrankheit, auch das Feuer oder die Hyazinthen-Pest genannt, ist eine sehr gefürchtete Zwiebelkrankheit. Es verbreiten sich dabei rostfarbene Flecken von der Zwiebel-

1) Pathologie p. 171.

scheibe über die Schuppen, von unten nach oben vorrückend. Die innersten Schuppen werden zuerst ergriffen, so dass die Zerstörung von innen nach aussen vorrückt. Die Blätter vergilben, krümmen sich, der Blüthenstiel fault aus; zuletzt geht die ganze Zwiebel in jauchige Fäulniss über.

MEYEN giebt als Veranlassung zu dieser Krankheit das starke Treiben an. Die Krankheit selbst ist offenbar nichts Anderes als Fäulniss unter dem Einfluss des *Micrococcus*, der hier von ganz bestimmten Pilzen zu stammen scheint. Da man den *Micrococcus* früher übersah oder falsch deutete, so glaubte man die Erkrankung frei von dem Einfluss eines parasitischen Pilzes. Mittel gegen diese Fäulniss giebt es natürlich nicht, wenn sie einmal eingetreten ist.

E. Phanerogamische Parasiten.

In Europa und namentlich in Deutschland haben wir deren glücklicherweise nur wenige; es sind bsonders: *Viscum album L.*, die Mistel, und mehr im Süden: *Loranthus europaeus L.*, die Arten von *Cuscuta*, *Orobanche* und *Monotropa*. Auch die *Thesium*-Arten sind hier zu nennen, welche auf den Wurzeln von Holzpflanzen schmarotzen. Sie kommen nur bei sehr schlechter Beforstung in grossen Mengen vor, so in der Umgegend von Jena. Im Hochwalde findet man sie nur an den Rändern.

Die Mistel verdirbt besonders Obstbäume. Wild findet sie sich auf Linden, Ulmen, Kiefern, Fichten, Tannen und anderen Bäumen und ihre Scheinbeeren werden von den Vögeln auf die Obstbäume verschleppt, wo sie durch Einsenken ihrer Saugwurzeln in das Holz den Baum entkräften, grosse Maserbildungen veranlassen und Zweige, ja ganze Bäume, zum Absterben bringen. Man muss die von der Mistel befallenen Bäume fällen und verbrennen. Uebrigens ist die Mistel sehr leicht zu vernichten und fern zu halten bei einiger Aufmerksamkeit und ihr massenhaftes Vorkommen in manchen Gegenden Mitteldeutschlands, namentlich in Thüringen, ist ein trauriges Zeichen von dem liederlichen Betrieb des Obstbaues.

Die *Cuscuta*-Arten [1]) keimen im Boden, senden aber nach der Keimung ihre Wurzeln in die der benachbarten Pflanzen, ja selbst über dem Boden erzeugen sie Wurzeln an den Stellen, wo sie die von ihnen umschlungenen Pflanzen berühren. Die *Cuscuta europaea L.* wuchert besonders gern in Zäunen und Gebüschen, greift aber auch Hopfen, Hanf und andere krautige Pflanzen an. Eine ähnliche Lebensweise führt *C. monogyna Vahl. sec. K.* [2]) Die Flachsseide: *C. epilinum Whe.* wird

---

1 Vgl. Botanische Zeitung 1861, Nr. 2, p. 14—16.

2 C. lupuliformis KROCKER.

dem Flachs oft höchst verderblich; ebenso fügt die *C. epithymum*, welche auf Heide, Ginster, Quendel, namentlich aber auf krautigen Papilionaceen schmarotzt, den Pflanzen erheblichen Schaden zu. Besonders lästig wird dieses Gewächs auf Klee und Luzernefeldern, wo es sich von einzelnen Puncten aus concentrisch verbreitet ähnlich wie die sogenannten Hexenringe und die Vegetation so radical vernichtet, dass die mit dem Schmarotzer behafteten Stellen wie verbrannt aussehen. Die *C. planiflora Whe.* spielt nur im südlichen Gebiet eine ähnliche Rolle.

Die *Cuscuta racemosa Mart. var. suaveolens Ser.* ist durch französische Luzerne in Deutschland eingeführt und wirkt stellenweise nicht minder nachtheilig ein wie *C. epithymum L.*

Gegen alle Arten von *Cuscuta* ist das einzige dauernd wirksame Mittel sehr tiefes Rajolen des Grundstücks, wobei die Grasnarbe oder der Klee 2 Fuss tief untergebracht wird. Alle übrigen Mittel, die man vorschlägt, können nur sehr unvollständige Abhülfe schaffen.

Aehnlich verhält es sich mit den *Orobanchaceen*. Die Schuppenwurzel (*Lathraea squamaria L.*) wächst hauptsächlich auf den Wurzeln alter oder abgesägter Buchen, weit seltener auf Haseln, wenigstens in Thüringen. Der durch sie verursachte Schaden ist meist sehr unbedeutend. Dasselbe kann man mit wenigen Ausnahmen von den *Orobanchen* sagen. Sie wachsen meist auf den Wurzeln wilder Pflanzen, so z. B. *Orobanche rapum genistae Thuill.*, auf dem Pfriemen *Sarothamnus*, *O. pallidiflora W. & Grab.* auf Disteln, *O. Cirsii F.*, die ziemlich selten ist, ebenfalls auf Disteln, namentlich *Cirsium*-Arten, *O. Libanotidis Rupr.* kommt nur in Böhmen auf der Doldenpflanze: *Libanotis montana L.* vor, *O. caryophyllacea Sm.* auf *Galium*-Arten, *O. Epithymum DC.* auf dem Quendel, ebenso *O. Teucrii F.*, *O. Picridis F. Schultz* auf *Picris hieracioides*, *O. loricata Rchb.* auf *Artemisia campestris*, *O. elatior Sutt.* auf *Centaurea Scabiosa*, *O. minor Sutt.* auf *Trifolium pratense* und *medium*, *O. Hederae Dub.* auf Epheu, *O. amethystea Thuill.* auf *Eryngium campestre*, *O. cervariae Suard.* auf *Peucedanum cervaria*, *O. caerulescens Steph.* auf *Artemisia campestris*. Alle diese interessanten Schmarotzer haben also geringe praktische Bedeutung.

Die einzige etwas bedeutungsvollere Art ist *O. rubens Wallr.*, welche auf Kleearten, besonders *Medicago falcata* und *M. sativa* vorkommt.

Sehr verderblich wird auf Hanffeldern bisweilen die *Phelipaea ramosa C. A. M.* (*Orobanche ramosa L.*); doch lässt sie sich bei vorsichtiger Auswahl und Reinigung des Samens leicht vermeiden. Ist sie einmal eingenistet, so wird wohl nur eine Radicalcur durch Rajolen und Wechsel der Cultur abhelfen. Hierfür ist noch zu bemerken, dass der Hanfwürger auch Tabak und Nachtschatten angreift.

Als halbe Schmarotzer müssen selbst die Wachtelweizen und Klap-

pertöpfe angesehen werden. Die letztgenannten (*Alectorolophus minor, major* und *alpinus Grcke*) sind wenigstens als ein überaus lästiges Unkraut zu betrachten, welches indessen in der Regel bloss Zeichen der Versumpfung ist und mit der Drainage bald verschwindet oder doch leicht ausgerottet werden kann, wie das auch für die Herbstzeitlose gilt. Von den Wachtelweizen haben wir das *Melampyrum arvense L.* schon als Ackerunkraut erwähnt; die übrigen Arten sind auf die Wälder beschränkt und sind wohl als ganz unschädlich zu betrachten, da sie sich nur in den Schlägen massenhaft vermehren und ausbreiten. Das *M. nemorosum L.* ist eine ausserordentliche Zierde der Waldungen. Auch die Läusekräuter, besonders *Pedicularis silvatica L.* und *P. palustris L.* sind hier zu nennen. Diese finden sich aber nur auf sumpfigen Boden ein und verschwinden sofort bei guter Regelung der Bewässerung.

Dass, wie es neuerdings bisweilen geschieht, der Epheu zu den echten Parasiten gerechnet wird, ist possirlich, doch wollen wir uns mit solcher theoretischen Auffassung hier in keinen Streit einlassen, da es uns nur auf praktische Zwecke ankommt, welchen gegenüber jenes Theorem bedeutungslos ist.

Allerdings müssen wir zugeben, dass der Parasitismus sehr verschiedene Grade hat, ebensogut wie bei den Cryptogamischen Parasiten. Es lassen sich besonders zwei Hauptunterschiede hervorheben, je nachdem die Parasiten mit grünen Pflanzentheilen versehen sind, also assimiliren, oder kein Chlorophyll entwickeln. Die ersten bedürfen offenbar nicht der assimilirten Nahrung ihrer Nährpflanzen, sondern nur der Zufuhr aus dem Boden. Der Stamm der Nährpflanze vermittelt hier also nur das Verhältniss des Schmarotzers zum Boden. Das ist z. B. der Fall bei der Mistel, welche, wie schon Meyen angibt, auf allen Bäumen vorkommt. Roeper hatte schon 58 Bäume in 18 Pflanzenfamilien aufgezählt, auf denen die Mistel vorkomme, ja sie kommt auf *Loranthus europaeus L.* und sogar auf ihres Gleichen vor. Dass sie leicht, selbst auf todtem Holz, zur Keimung zu bringen sei bei gehöriger Feuchtigkeit, hat ebenfalls schon Meyen experimentell nachgewiesen, was Spätere vergessen oder übersehen zu haben scheinen.

Auch die oben angeführten Wurzel-Parasiten gehören zum Theil zu den Halb-Parasiten. Ganze oder ächte Parasiten sind dagegen die *Orobancheen*, die *Cuscuta*-Arten, der Fichtenspargel (*Monotropa hypopitys L.*). Dieser letztgenannte Parasit wird oft in Fichten- und Kiefernbeständen sehr lästig. Es scheint mir besonders dann der Fall zu sein, wenn die Coniferen auf ungeeignetem Boden stehen, wenigstens sah ich die *Monotropa* nirgends so massenhaft auftreten als in den krüppelhaften Kiefernbeständen der Thüringischen Kalkregion. Die Bewohner

überzeugen sich aber schwer davon, dass die Kiefer auf den Sand, auf ihre Kalkleden dagegen die Buche gehört.

Weit verderblicher, zum Theil aber auch ungemein schön und interessant sind die phanerogamischen Parasiten tropischer und subtropischer Urwälder aus den Familien der *Balanophoreen*, *Rafflesiaceen* und *Loranthaceen*. Besonders merkwürdig ist z. B. das *Lophophyton mirabile Schott et Endl.*, welches neben drei anderen Arten dieser Gattung die feuchten brasilianischen Urwälder bewohnt. Die Pflanze hat einen kurzen Stamm mit schuppigen, schildstielartigen, chlorophyllfreien Blättern. Die Blüthe kommt mit und ohne Blumenblätter vor; das Pistill entwickelt sich zu einer einsamigen Frucht. Die Gattung gehört zu den *Balanophoreen*, welche mit den *Cytineen* und *Rafflesiaceen*, deren Frucht vielsamig ist, die Gruppe der *Rhizantheen* bildet. Nach Hooker giebt es 14 Gattungen, grösstentheils tropischen und subtropischen Gebirgen Asiens und Südamerika's angehörend. In beiden Hemisphären erheben sich einzelne bis zu 10,000 Fuss Meereshöhe; wenige, eine *Balanophora* auf der östlichen und eine *Helosis* auf der westlichen Halbkugel bewohnen die Niederungen heisser Länder. Ausserhalb der Wendekreise reicht *Cynomorium* die einzige europäische Gattung, bis 41° N. B., *Mystropetalum* und *Sarcophyte* bis in das südlichste Afrika, *Helosis* bis in das Gebiet des La Plata und Arten von *Rhopalocnemis* bis in den Norden Indiens. In der westöstlichen Verbreitung reicht das *Cynomorium coccineum* von den Kanarischen Inseln bis zum Nildelta. *Rhopalocnemis* kommt in Ostnepal in 27° N. Br. und südlich bis Java vor. Die *Langsdorfia hypogaea* findet sich in Mexiko, Neugranada, Rio de Janeiro und auf den Pampas in einer Ausdehnung von 1000 geographischen Meilen.

Abschnitt IV.

Krankheiten, hervorgerufen durch den Einfluss der Thiere.

Kapitel 9.

Aeussere Verletzungen durch Thiere.

Die Verwundungen, welche die Pflanzen durch Thiere erleiden, besonders durch das Abfressen der jungen Pflanzentheile, Blätter und Stengel, der Rinde u. s. w. sind ausserordentlich zahlreich und mannig-

faltig und können hier nur zum kleinen Theil Besprechung finden. Vollständiges Abfressen krautiger Pflanzen, z. B. des Kohls und anderer Gemüse durch Hasen und Kaninchen kann natürlich nicht als Krankheit aufgefasst werden.

Die Holzpflanzen, namentlich in den Wäldern und in offenen Grasgärten, leiden besonders durch zweierlei: durch Abfressen der jungen Triebe und Blätter und durch Abnagen der Rinde von Seiten der Säugethiere. Die junge Rinde der Bäume und die Triebe junger Anpflanzungen sind besonders in harten Wintern, wo es dem Wild an anderer Nahrung gebricht, dem Benagen und Abfressen ausgesetzt. Junge Buchenbestände leiden ganz besonders von den Hirschen. Schon die Sämlinge werden radical abgefressen. Aber auch das Nadelholz leidet sehr vom Wilde, besonders in den ersten Jahren. Ganz besonders wird den jungen, noch kaum entfalteten Trieben im Frühjahr nachgestellt. Das hat in den ersten Jahren nach der Aussaat schon für das Laubholz, weit mehr aber für die Nadelbäume die Folge, dass sie klein und krüppelhaft bleiben und zum Hochwald nicht mehr aufgezogen werden können. Die Nadelbäume bilden ihren Gipfel für gewöhnlich nur aus der Terminalknospe; ist diese verletzt, so erheben sich zwar seitliche Gipfel aus Seitenknospen; diese erreichen aber nur selten die Höhe und Vollwüchsigkeit der ursprünglichen Terminalknospe.

Es ist aber, sowohl dem Laubholz als Nadelholz, schon die Entlaubung an sich nachtheilig. Nach den von uns früher entwickelten physiologischen Grundsätzen muss durch sie die Assimilation mehr oder weniger beeinträchtigt werden. Völlig entlaubte Bäumchen gehen sogar nicht selten ohne Weiteres zu Grunde.

Vom Hochwild, Hirschen und Rehen, leiden besonders Buchen, Tannen, Fichten, Lärchen, Espen, Saalweiden u. a., während Birken und Eichen weit weniger zu leiden haben. Noch schädlicher als dieses sogenannte Beizen ist das Abnagen der Rinde, das Quetschen und Abscheuern derselben durch Anlehnen des Wildes an die Bäume, durch Reiben der Geweihe an den Stämmen, Stossen der Stämme u. s. w. Das Schwarzwild entrindet durch Reiben und Stossen die Basen der Baumstämme, besonders der Kiefern, in der Regel vollständig. Merkwürdig ist es, was schon der ältere Hartig hervorgehoben hat, dass diese Kiefern nicht zu Grunde gehen, sondern fortfahren, Jahresringe zu erzeugen.

In Gartenanlagen sind es häufiger als das Hochwild die Hasen und Kaninchen, welche, die ersten besonders den Holzpflanzen, die letzten mehr den krautartigen Gewächsen, Schaden zufügen. Von den Hasen haben besonders die Obstbäume, vor allem das Kernobst, aber auch das Steinobst, durch Schälung der Rinde zu leiden. Die Kaninchen dagegen

fressen geradezu fast bei allen Pflanzen alle grünen Theile ab. Auf der Sandinsel bei Helgoland zerstörten vor einigen Jahren die Kaninchen des Gouverneurs den ganzen Pflanzenwuchs; nicht eine einzige der in meinen »Nordseestudien« aufgezählten Arten blieb verschont. Selbst der Seekreuzdorn (*Hippophaë rhamnoides L.*) ward entlaubt und entrindet.

Selbst Mäuse fressen die Basen der Stämme oft bis tief in's Holz hinein ringsum ab, so dass ein solcher Baum in der Regel noch in demselben Jahr zu Grunde geht.

Natürlich lässt sich gegen alle diese Uebelstände nur vorbeugend zu Felde ziehen. Um junge Aussaaten, Schonungen, Obstgärten u. s. w. gegen das Wild zu schützen, bediene man sich zweckmässiger Umzäunungen; einzelne Bäumchen, die man anders nicht gut schützen kann, umhüllt man bis zu bestimmter Höhe mit Dornen; im Süden sind die Cactushecken (*Opuntia*) der undurchdringlichste Schutz gegen das Wild. Gegen Feldmäuse wird sich am besten tiefes Rajolen empfehlen, wodurch wenigstens für die nächsten Jahre dem Umsichgreifen derselben vorgebeugt wird. Kleine Grundstücke kann man gegen dergleichen wühlende Thiere wie: Mäuse, Maulwürfe u. s. w. am besten dadurch schützen, dass man längs der ganzen Grenze bis etwa 2 Fuss Tiefe einen unterirdischen Zaun von Dachziegeln oder Ziegelsteinen einsenkt oder einen Graben zieht, welcher mit Schlacken, ausgebrannten Koaks, zerbrochenem Glas, Asphalt, Kies und ähnlichen Dingen, wie man sie gerade zur Hand hat, ausgefüllt wird. Kann man diesen Schutt mit stark riechenden Dingen, z. B. Steinkohlentheer tränken, so wird die Maassregel noch bessere Dienste thun.

Unter den Beschädigungen durch Säugethiere sind die Entrindungen die verderblichsten und meist sind sie unheilbar.

Wir geben im letzten Abschnitt ein Heilverfahren für Entrindungen an, welches im Wesentlichen darin besteht, die entblösste Stelle mit lockerem Material, am besten Stroh zu umbinden und darüber eine getheerte Matte oder getheertes Leinen zu befestigen.

Auf eine sehr in die Augen springende Folge der Verletzungen durch Thiere müssen wir noch näher eingehen, nämlich auf die Maserbildung. Wir haben diese in ihrem Wesen schon früher (im 4ten Kapitel) ausführlich besprochen und können uns hier auf diejenige Maserform beschränken, welche durch das Abfressen junger Triebe hervorgerufen wird. Natürlich stellt sich diese stets als Kropfmaser heraus und zwar als eine solche, welche gewöhnlich mit ungemein profuser Adventivbildung kleiner, schwächlicher Zweige verbunden ist. Meist entwickelt sich von diesen ein Theil mehr oder weniger und wird dann abermals bis auf die schon verholzten Theile abgefressen. Natürlich bildet jeder solche Zweig

abermals Knorren oder Masern und es entsteht zuletzt ein ungemein ästiges, buschiges Gebilde, ganz ähnlich den Hexenbesen. Junge Fichten werden besonders gern vom Wild abgefressen und werden dadurch in wenigen Jahren auf die eben beschriebene Weise zu unförmlichen Ballen grüner Triebe. Natürlich ist Hegung das einzige Mittel zur Verhütung dieses Nachtheils.

Auch durch Entlaubung und Hinderung der Assimilation in Folge deren schaden bisweilen Säugethiere, namentlich Kaninchen und Hasen, häufiger aber Insecten und Vögel, namentlich die erstgenannten.

Der Schade, welchen die Nager anrichten, theils durch Zerstörung der Wurzeln, theils durch das Einsammeln oberirdischer Theile, Früchte u. s. w., theils endlich durch blosses Unterwühlen des Bodens wie die Feldmäuse, der Hamster, der Maulwurf und andere, gehört weniger zu den pathologischen Erscheinungen uud es bedarf zu seiner Verhütung ebenfalls nur vorbeugender Maassregeln. Auch der durch Vögel angerichtete Schade gehört nur zum sehr kleinen Theil in unser Gebiet. Die meisten Vögel nützen den Pflanzen bei weitem mehr durch Vernichtung schädlicher Insecten, als sie Schaden verursachen. Dieser Schade betrifft meist die Früchte, sowohl Kernfrüchte als Beerenfrüchte, je nach der Natur des Vogels; weit seltener wird das Laub von Vögeln beeinträchtigt.

Die Spechte schädigen die Rinde der Bäume, indem sie dieselbe behacken, um die hervorkriechenden Insecten und deren Larven zu verspeisen, durch deren Vernichtung sie dem Baum einen ungleich grösseren Nutzen gewähren als durch die geringfügige Beschädigung der Rinde Einbusse.

Beeren- und Körnerfresser enthält besonders die Gruppe der Singvögel. Um sich gegen den von ihnen angerichteten Schaden zu schützen, muss man natürlich die Lebensweise jedes einzelnen genau kennen, nur mag es hier am Platze sein, nochmals darauf aufmerksam zu machen, da es leider in unserem angeblich so gebildeten Zeitalter noch sehr nothwendig ist, dass die Vernichtung der Singvögel zur Verhütung des von ihnen verursachten Schadens nicht nur ein Zeichen der grössten Rohheit und Gedankenlosigkeit ist, sondern dass sich diese Störung des Gleichgewichts in der belebten Natur auch empfindlich an denjenigen rächt, welche sie begehen.

Die Gruppe der Tauben ist besonders als Saatverwüster bekannt und berüchtigt und es werden in Nordamerika alljährlich förmliche Feldzüge gegen dieselben unternommen. Endlich sind hier noch die Hühnervögel als Körnerfresser zu erwähnen; doch kommen unter ihnen für Mitteleuropa nur wenige, wie z. B. das Rebhuhn als merklich schädlich in Betracht und bei diesen wenigen sorgt die Jagd dafür, dass sie nicht allzusehr überhandnehmen.

Die Reptilien, sofern sie nicht, wie manche Schlangen, giftig sind, sollte man auf's sorgsamste schützen und hegen, denn sie erweisen sich durch Vertilgung einer grossen Menge und Mannigfaltigkeit schädlichen Ungeziefers überaus nützlich. Das leider noch so häufige Tödten der so unschädlichen und nützlichen Blindschleiche ist ein Act roher Unwissenheit und oft abergläubischer Furcht.

Viele und gefährliche Feinde hat dagegen das Pflanzenreich unter den Insecten. Bevor wir zur Hervorhebung einiger Beispiele schreiten, geben wir eine Uebersicht des Schadens der Insecten überhaupt nach der trefflichen Zusammenfassung in Leunis' Naturgeschichte:

1. Durch Wurzelfrass schaden

a) Käferlarven: Laubkäfer, vor allen die gefürchtete Larve des Maikäfers (Engerling), welche die Wurzeln des Salats und vieler zarter Gemüsearten vollständig abbeisst und der Saat-Schnellkäfer (Drahtwurm, *Elater segetis Gyl.*), welcher Getreidewurzeln, namentlich die des Hafers, zerstört.

b) Schmetterlingslarven (Raupen), besonders die Wintersaateule (*Agrotis segetum Hüb.*, Erdraupe), welche alle möglichen Wurzeln krautiger Gewächse, der Kartoffeln, des Getreides u. s. w. vernichtet, die Graseule (*Xylina graminis L.*, Grasraupe), welche die Graswurzeln abfrisst, die Saatmotte (*Scopula frumentalis L.*) und der Pfeifer (*Scopula margaritalis Hüb.*), die erste Getreidewurzeln, die zweite Wurzeln und Saamen der Rübsaat und anderer krautiger Gewächse verzehrend.

c) Larven der Zweiflügler (*Diptera*), so z. B. die der Zwiebelfliege (*Anthomyia ceparum*), welche von der Mutter als Eier zwischen die Zwiebelblätter gelegt werden, wo sie auskriechen und als Zwiebelmaden bis in die Zwiebeln vordringen, welche sie zehren und zum Austrocknen bringen; die der Kohlfliege (*Anthomyia brassicae*), in den Stengeln und Wurzeln der Kohlarten lebend, welche sie zu grossen maserartigen Auftreibungen veranlassen; die der Lattigfliege (*Anthomyia lactucarum*), welche Samen und Wurzeln der Lattícharten (Salate) zerstören und die der Radieschenfliege (*Anthomyia radicum*), welche die Radieschen anfressen. Die Rosen-Nacktfliege (*Psila rosae F.*), deren Larven die Wurmfäule der Möhre (Eisenmaden) veranlassen, die Kohl-Walzenfliege (*Ocyptera brassicaria F.*, deren Larven die Kohlwurzeln zerfressen, die Narcissen-Schenkelfliege (*Merodon narcissi F.*), deren Larven den Achsentheil (Herz) der Narcissenzwiebeln zerstören und deren Fäulniss bedingen, und die Pferdemücke (Wiesenschnake, (*Tipula pratensis L.*), sowie die Gemüseschnake (*Tipula oleracea L.*), welche die Wurzeln von Wiesenkräutern und Kohlarten, die letztgenannte wohl nur schon abgestorbene Wurzeln verzehren und durch Umwühlen des Bodens Schaden anrichten, gehören ebenfalls hierher.

d) Larven der Geradflügler (*Orthoptera*), namentlich die vielberüchtigte Maulwurfsgrille (*Gryllotalpa vulgaris Latr.*, Werre), welche durch Abfressen der Wurzeln und ausserdem, wie mehr oder weniger alle Grillen, durch Wühlen schädlich wird.

2. Holz und Stengel zerstören:

a) Unzählige Käfer, namentlich die Holzkäfer, alle Käfer aus den Gattungen: *Agrilus*, *Anobium* und *Lymexylon*, *Calandra* und *Pissodes*, *Cerambyx*, *Callidium*, *Lamia*, *Saperda* und *Rhagium*, sowie der Trüffelkäfer: *Anisotoma cinnamomea Pz.*, dessen Larven ebenso wie der Käfer selbst im Innern der Trüffeln leben und sich von deren Substanz nähren.

b) Die Raupen der Glasflügler (*Sesia*), welche in den Stämmen der Pappeln, Espen und verwandter Bäume leben, deren Holz sie durchlöchern, und die des Weidenbohrers (*Coccus ligniperda L.*), welche Weiden, Pappeln und andere Bäume in gleicher Weise beschädigen.

c) Die Holzwespen unter den Aderflüglern (*Neuroptera*). Unter diesen lebt z. B. die Riesenwespe (*Sirex gigas L.*) im Holz der Fichten und Tannen, in welches das Weibchen die Eier einbohrt, die kleine Halmwespe (*Cephus pygmaeus L.*) in den Halmen des Weizens.

3. Grüne Pflanzentheile zerstören:

a) Unzählige Käfer, namentlich die sogenannten Laubkäfer, der Rapskäfer (*Nitidula aenea F.*), ein kleiner, den Erdflöhen ähnlicher aber nicht springender Käfer, welcher die Blüthenknospen des Rapses zerstört, die Erdflöhe (*Haltica*), welche jungen Ansaaten so grossen Schaden thun, viele vom Baumlaub lebende Käfer, etc.

b) Die Raupen nicht minder zahlreicher Schmetterlinge, unter denen die Weisslinge, der Fuchs (*Vanessa polychloros L.*), verschiedene Schwärmer, Spinner, Eulen, Spanner, Motten, Wickler u. s. w. berüchtigt.

c) Unter den Aderflüglern die Blattwespen.

d) Das Heer der Pflanzenläuse (*Aphiden*, Blattläuse) und Schildläuse unter den Halbflüglern.

e) viele Geradflügler, namentlich die Heuschrecken und Grillen.

f) Einige Zweiflügler, so z. B. die Weizenmücke (*Cecidomyia tritici Kirb.*), welche die Weizenblüthen, auch die des Roggens, in der Knospe zerstört und die Aehren lückig macht.

4. Samen und Früchte zerstören:

a) Manche Käfer, namentlich die Samenkäfer, Himbeerkäfer, Klopfkäfer, Kräuterdieb, und viele Rüsselkäfer.

Von fast allen diesen Insecten kann man eigentlich nur sagen, dass sie durch Zerstörung von Pflanzen und Pflanzentheilen der Vegetation

Eintrag[1]) thun, nicht aber, dass sie eigentliche Krankheiten hervorrufen. Davon giebt es indessen einige Ausnahmen.

Wird ein Gewächs plötzlich aller Vegetationsorgane beraubt, so kann es nicht mehr assimiliren, es wird also leiden und unter Umständen ganz zu Grunde gehen. Käfer und Raupen zerstören ganze Wälder durch ihr allzumassenhaftes Auftreten, wie aus zahlreichen Beispielen hervorgeht; ebenso kann die Wander-Heuschrecke gesegnete Culturstriche in Wüsten verwandeln. Für unsere Gegenden ist der Maikäfer (*Melolontha vulgaris Fabr.*) besonders berüchtigt als Zerstörer des Laubes in Gebüschen, Wäldern, Obstanlagen u. s. w., während seine Larve (Engerling) die Wurzeln der Krautgewächse, Gemüse u. s. w. abfrisst, meist die Pflanzenwurzel am Kopf abnagend, so dass die vor wenigen Minuten noch kräftig und gesund aussehende Pflanze gleichsam vor dem Auge des Gärtners dahin welkt. Man muss in diesem Fall sofort die Pflanze ausziehen, um den unter ihr befindlichen Engerling herauszunehmen. Selbst Wurzeln junger Bäume werden durch diese gefrässigen Thiere zerstört.

Wir kennen die Bedingungen der Ueberhandnahme solcher Insecten, welche vorzugsweise meteorologische sind, noch zu wenig, um allgemeine Maassregeln dagegen vornehmen zu können; aber eins können wir befördern, d. i. die Herstellung des organischen Gleichgewichts. Vernichtet man die Feinde eines Thieres, so leistet man diesem grossen Vorschub und wird selbst Schuld an seiner Ueberhandnahme. Der grösste Feind der Engerlinge, folglich auch des Maikäfers, ist aber der Maulwurf, den man daher überall da möglichst schonen sollte, wo er durch sein Wühlen nur unbeträchtlichen Schaden verursacht. Auch alle Krähenarten, Staare und selbst die Lerchen erweisen sich als Vertilger der Engerlinge sehr nützlich, während den Käfern von manchen Singvögeln nachgestellt wird. Natürlich ist auch das Abschütteln der Käfer von den Bäumen auf ausgespannte Tücher empfehlenswerth, bevor die Weibchen (Mitte bis Ende Juni) zum Eierlegen in die Erde kriechen; indessen werden die Thiere, welche den Käfer verfolgen, durch ihre Menge stets weit mehr ausrichten als der Mensch, der nur hie und da sehr im Kleinen eingreifen kann. Dass die Maikäfer z. B. für Schweine eine sehr gute Mast abgeben, ist bekannt. Grosse Landstrecken, namentlich Wiesen, können bei genügendem Wasservorrath durch Bewässerung von den Engerlingen

1 Herr Dr. Gonnermann hat gezeigt (Botan. Zeitg. 1865 Nr. 34), dass die Kieferabsprünge besonders durch zwei Borkenkäfer: *Hylurgus piniperda L.* und *Hylesinus palliatus Gyll.* verursacht werden, während H. Röse die Eichhörnchen der Beeinträchtigung des Tannen- und Fichtenlaubes beschuldigt. Absprünge von Coniferen, d. h. das Abwerfen junger Zweige mit einer scharfen Gliederung sind eine häufige Erscheinung. Man sieht nicht selten den ganzen Waldboden mit jungen Baumzweigen besäet

befreit werden. Auch die dem Maikäfer verwandten Arten, so z. B. der Müller oder Walker, der Johanniskäfer, Kastanien-Maikäfer und andere können nur auf die angegebene Weise vermindert werden. Dasselbe gilt von der Spanischen Fliege und von sämmtlichen Blattkäfern (*Chrysomela*), deren Larven wie die Käfer selbst Blätter und andere grüne Pflanzentheile verzehren. Es ist hier wohl zu beachten, dass die meisten derselben am Boden im Laube überwintern. Man kann sie hier am besten vertilgen; wie man ja auch die Engerlinge in Düngerhaufen fängt.

Die Maassregel gegen die Unzahl der borkenfressenden und holzbohrenden Käfer, wie z. B. das Hinlegen von Fangbäumen zur Ansammlung derselben, müssen wir dem Studium der Praktiker in den zahlreichen praktischen und theoretischen entomologischen Werken überlassen. Dagegen können wir es uns nicht versagen, noch auf die kurze Zusammenstellung der gegen Raupen und Schmetterlinge vorzunehmenden Maassregeln hinzuweisen, wie sie LEUNIS mittheilt. Wir entnehmen daraus Folgendes: Die Vertilgung der Schmetterlinge ist im Allgemeinen am schwierigsten im Eistande, leichter im Puppen- und am leichtesten im Raupenstande und geschieht:

1) Durch Sammeln mit freier Hand.

2) Durch Abklopfen von Bäumen und Gesträuchen.

3) Durch Fanggräben.

4) Durch Eintreiben der Schweine in Forsten.

5) Durch Abschneiden und Verbrennen der Gespinnste.

6) Durch Tödten der ausgekrochenen, in Masse beisammensitzenden jungen Raupen.

7) Durch Theeren der Baumstämme in Ringform.

8) Durch Anspritzen von Tabackslauge.

9) Durch Hegen der Insectenfeinde, insbesondere Fledermäuse, Igel, Iltisse, Marder, Vögel, Reptilien, Wespen, Ameisen, Wasserjungfern, Laufkäfer und anderer Raubinsecten.

Hierauf muss besonders aufmerksam gemacht werden, weil Unverstand und Rohheit den Menschen sehr oft zum Feind der nützlichsten Thiere macht.

Ameisen z. B. sollte man nie verfolgen, wenn sie nicht durch ihr allzu massenhaftes Auftreten lästig werden [1].

Zu den lästigsten Gästen in Lustgärten gehören die Ohrwürmer. Der Schaden, den sie an Früchten und Blumen anrichten, ist zwar im Grunde geringfügig, aber es ist höchst unheimlich, immer fürchten zu müssen, von ihnen belästigt zu werden und wenn sie Nachts, wie in jede

1) Vgl. E. HALLIER, Der Grossherzogl. Sächs. Bot. Garten zu Jena. Leipzig 1864, p. 8, 9.

Höhlung, ins Ohr kriechen, so rufen sie daselbst die peinlichsten Schmerzen hervor. Man tödtet sie in solchem Fall durch warme Milch, die man ins Ohr giesst. Gefangen werden sie ebenso wie die Kellerasseln sehr leicht durch hohle Gegenstände, z. B. Blumentöpfe, ausgehöhlte Rüben, Kartoffeln u. s. w., die man mit der Oeffnung auf den Boden legt.

Sehr lästig sind die Schildläuse und namentlich den Treibhauspflanzen gefährlich. Grosse Reinlichkeit, Lüftung und Durchfeuchtung der Luft sind die besten Präservativmittel. Vertrieben werden sie am besten durch Waschungen mit starkem Tabacksabsud.

Nicht minder lästig und verderblich sind die Blattläuse (*Aphidina*). Sie treten in zahlreichen Arten auf, die sich zum Theil auf wenige Pflanzen beschränken, zum Theil aber mit mannigfaltiger Nahrung fürlieb nehmen und durch Zerstören der zartesten Pflanzentheile oft grossen Schaden verursachen. Manche sind auf dem Hinterleib mit graulicher und weisslicher Wolle bedeckt und bilden einen Theil derjenigen sehr verschiedenen Erscheinungen, welche der Landmann unter dem Namen Mehlthau zusammenfasst. Man entfernt die Blattläuse mit weicheren, oder, wenn möglich, mit härteren Bürsten und durch Waschen der befreiten Pflanzentheile mit Tabackslauge. Sehr viele Blattläuse bringen Gallenbildungen hervor, über welche wir später noch berichten.

Die meisten Blattläuse sind am Hinterleib mit zwei Saftröhren versehen, von denen, wie es scheint, indessen gar nicht oder doch untergeordnet Honig abgesondert wird. Die Läuse stechen mittelst ihres Rüssels die jüngsten, manche auch die älteren Pflanzentheile an, um deren Saft einzusaugen. In der Regel fliesst nach dem Einstich ein zuckerhaltiger Saft aus der Wunde hervor, aber auch die Läuse sondern einen solchen klebrigen Saft aus dem After und die mit Saftröhren versehenen vielleicht auch aus diesen ab. Dadurch entsteht meistens der sogenannte Honigthau. Seltener sondern die Pflanzen ganz spontan Zucker aus, doch kommt auch das vor, wie wir früher gesehen haben.

Der Mehlthau geht zum Theil aus den Läusen dadurch hervor, dass sie sich häuten und die weisslichen Häute in Menge durch den Saft am Blatte kleben bleiben. Es ist wohl möglich, dass häufig durch den Zuckerüberzug der Blätter Pilzbildungen entstehen, wodurch eine andere Form des Mehlthaus hervorgerufen wird; die eigentlichen Mehlthaupilze (*Erysiphei*) aber sind unabhängig vom Vorhandensein der Blattläuse.

Mittel gegen die Blattläuse sind besonders: Waschungen mit Tabackslauge, Hegung der Singvögel, mancher Käfer (z. B. der Sonnenkäfer Muhkühchen oder Sonnenkinder (*Coccinella septempunctata L.*), der Blattlausfliegen (*Syrphus pyrastri L.* u. a. A.), der Florfliegen (*Hemerobius perla L.* u. a.) und vieler *Neuroptera*.

Die Blattläuse begatten sich im Herbst und darauf bringt das Weib-

chen Eier hervor, welche in grosser Zahl in die Ritzen der Rinden, an die Gabeltheilungen der Zweige u. s. w. gelegt werden, wo man sie, besonders bei Topfgewächsen, sorgfältig entfernen muss. Die Eier sind schon befruchtet; die aus ihnen hervorgehenden (meist) weiblichen Läuse können mehre Generationen erzeugen ohne neue Befruchtung bis zum Herbst, wo endlich Männchen zum Vorschein kommen.

Um dieser ungeheuren Vermehrung der Läuse Einhalt zu thun, wendet man in Gewächshäusern oft Räucherungen mit Taback an. Das beste Mittel, um Läuse, Schildläuse und alle Arten von Insecten bei Topfgewächsen zu tödten, ist aber offenbar das Spritzen mit Wasser von 50—52° R. Man schützt dabei die Erde durch aufgebundene Moospolster, durch Zeuglappen befestigt, und spritzt die krautigen Theile der Gewächse wiederholt. Binnen Kurzem sterben alle Thiere ohne Ausnahme.

Von den Arachniden oder spinnenartigen Thieren sind bei Weitem die meisten der Pflanzenwelt entweder ganz unschädlich oder sogar durch Vertilgung von Insecten nützlich; indessen giebt es auch einige böse Feinde der Vegetation unter ihnen. Zu diesen müssen vorzüglich die sogenannten rothen Spinnen, Milben oder *Acariden* gerechnet werden, welche ähnlich den Blattläusen mit einem Saugrüssel junge Pflanzentheile, besonders die Rückseite junger Blätter aussaugen. Besonders berüchtigt ist *Acarus telarius L.*, welche als rothe Punctirung die Rückseite von Pflanzen bedeckt. Auch hier empfehlen wir Tabacksdampf und Tabackslauge. Schwefeln ist auf alle Fälle ganz verwerflich, da die schweflige Säure die Pflanzen zerstört. Durch Milben werden unzählige Blattauftreibungen veranlasst, besonders der grösste Theil der *Erineum*-Bildungen, wie LANDOIS, SCHLECHTENDAL und in neuerer Zeit A. RÖSE nachgewiesen haben. RÖSE beschreibt (Botanische Zeitung 1866, Nr. 38) die Entstehung des *Erineum* auf dem Wein und der Erle durch *Phytopus vitis Landois*, und giebt als Vertilgungsmittel das Verbrennen des Laubes im Herbst an.

Unter den Crustaceen giebt es wohl keine eigentlichen Pflanzenfeinde. Manche, wie die Skolopender und Asseln, können gelegentlich durch Umwühlen des Bodens lästig werden; sie lassen sich aber, wie schon gesagt, leicht durch ausgehöhlte Rüben wegfangen.

Auch unter den Würmern sind nur einige wenige schädlich. Zu diesen gehört der Regenwurm, der wenigstens bei Topfculturen, wenn er in grosser Menge auftritt, aber auch im Freien, durch Umwühlen des Bodens und durch seine Excremente, welche den Boden bündig und schlüpfrig machen, schadet. Ob er wirklich lebende junge Wurzeln verzehrt, ist noch zweifelhaft. Er lebt von verwesenden Pflanzentheilen, besonders wohl von abgestorbenen Wurzeln. Als Vertreibungsmittel führt man Bestreuen des Bodens mit Ofenruss oder Gerberlohe an. Auch Guss mit

Tabackslauge dürfte sich hier empfehlen. Nach dem Regen kann man sie leicht ablesen, da sie über den Boden kommen, oder man treibt Enten in den Garten. Vermuthet man Regenwürmer in einem Blumentopfe, so klopft man so lange sanft gegen den Topf, bis die Würmer an die Oberfläche kommen, was sie unfehlbar thun, da ihnen das Klopfen unleidlich ist. Man erkennt ihr Vorhandensein leicht an den kleinen wurmförmigen Auswürfen, ihren Excrementen.

Unter den Mollusken sind manche Landschnecken den Culturpflanzen gefährlich. Besonders viele Nacktschnecken sind der Verderb junger Ansaaten. In Waldungen schadet besonders die grosse schwarze oder rothgelbe Wegschnecke (*Limax empiricorum Fer.*), in Gärten und auf Aekern die Ackerschnecke (*Limax agrestis L.*), ein kleines grauliches, sehr schädliches Thier. Man bestreut die gegen Schnecken zu schützenden Ländereien mit staubigen Massen, z. B. Asche, Gyps u. a., weil auf diesen die Schnecken sich nicht fortbewegen können. Auf alle Fälle sollte man das in Mistbeeten thun. Ferner fängt man sie in hohlen Rüben, nassem Stroh oder Heu, an geschälten Weidenruthen u. s. w. Die Gehäuseschnecken, deren es in Gärten mehre Arten giebt, müssen durch Ablesen entfernt werden. Gegen alle Schneckenarten, namentlich aber gegen Nacktschnecken, kann man Enten als Vertilger ins Feld führen. Das beste Mittel gegen alle Arten von Schnecken ist aber frisches Malz, welches man in kleinen Portionen gegen Abend am Boden vertheilt. Bei völliger Dunkelheit haben sich alle Schnecken an diesen Häufchen versammelt, und man kann sie durch Aufstreuen von ungelöschtem Kalk leicht tödten.

Endlich haben wir als Fäulnisserreger die Infusorien zu nennen. Von diesen sind ebensowohl die echten Infusorien der neueren Zoologen als die *Vibrionen*, *Spirillen* und zahlreiche ihnen ähnliche Gebilde, denen alle Körperhöhlungen fehlen, die *Monaden* etc., fast überall da anzutreffen, wo bei reichlichem Wasservorrath organische Substanzen in Fäulniss begriffen sind. Die Fäulniss wird von Pilzen und niedrigen Thieren eingeleitet, das haben wir bereits früher besprochen. Die Algen spielen dabei eine nur nebensächliche Rolle. Sie bedürfen vor Allem des Lichtes zu ihrer Entwickelung mit Ausnahme der *Diatomeen*, deren algologische Natur noch höchst zweifelhaft ist, indessen die Fäulniss vom Licht ganz unabhängig ist. Das ist auch bei vielen Infusorien, vor allem aber bei jenen niedrigst organisirten thierischen Gebilden der Fall, welche nur durch ihre scheinbar selbständige Bewegung eine Berechtigung darbieten, sie zum Thierreich zu stellen. F. Cohn hat neuerdings nachgewiesen, dass die echten Vibrionen phykochromhaltig sind, also zu den Algen gehören und zwar zu den Oscillarineen. Ganz derselben Ansicht von der Algennatur der Vibrionen ist auch Itzigsohn.

Bei Reinculturen von Pilzen erhält man niemals jene Gebilde, sondern nur die so leicht von ihnen unterscheidbaren *Leptothrix*-Elemente, die freilich oft genug mit ihnen verwechselt werden. Uebrigens sind sie für die Fäulniss thierischer Substanzen weit bedeutungsvoller als für die der Pflanzen, bei deren Zersetzung sie in der Regel gar keine oder eine sehr untergeordnete Rolle spielen.

Kapitel 10.

Thierische Parasiten, Gallenbildungen u. s. w.

Die Thiere treten selten in das Verhältniss eines vollkommenen Parasitismus zu den Pflanzen, wenn man nicht die bohrenden Käfer und andere im Innern der Pflanzen lebende Insecten hierher rechnen will. Sehr viele Thiere aber, namentlich ein ganzes Heer von Insecten, ruft an den Pflanzen Pseudomorphosen durch Einlegen der Eier in die Pflanzensubstanz hervor. Es wird durch die Verwundung der Pflanze ein abnormer Saftzufluss und in Folge dessen eine Parenchymwucherung hervorgebracht, welche, von einem bestimmten Thiere hervorgebracht, stets eine ganz bestimmte Gestalt hat. Häufig hängt freilich diese Gestalt nur insofern mit der specifischen Natur des eierlegenden Thieres zusammen, als das Thier nur in einen bestimmten Pflanzentheil legt; so z. B. bildet die Knospengallwespe der Eiche (*Cynips quercus gemmae*) die eigenthümlichen, kugelrunden, grossen, sehr harten Knospengallen, die Blattgallwespe desselben Baumes (*Cynips quercus folii*) dagegen die kleinen weicheren Gallen auf den Blättern. Die Gallen sind oft sehr reich an Gerbsäure, indessen allem Anschein nach nur dann, wenn die betreffende Pflanze ohnediess Gerbsäure erzeugt, so dass das Auftreten derselben sich einfach auf eine grössere Anhäufung der Säure zurückführen lässt. Es scheint sich die frühere Ansicht, dass oft durch den Insectenstich gewisse Stoffe in dem Pflanzenkörper erst erzeugt würden, nirgends zu bestätigen. Gallen ist der allgemeine Name für alle durch Thiereinflüsse hervorgebrachten Auswüchse und Wucherungen, man unterscheidet aber vielfache Modificationen. MEYEN[1] unterscheidet: 1) Verkrüppelungen (*Peromata*), 2) Anschwellungen (*Oedemata*), 3) blasige Auftreibungen (*Emphymata*), 4) Fleischgewächse (*Sarcomata*), 5) Gallen (*Gallae*).

Von Verkrüppelungen unterscheidet er wiederum: 1) Aushöhlungen (*Excavationes*), 2) Umbeugungen (*Inflexiones*), 3) Zusammenziehungen (*Constrictiones*), 4) Zusammenrollungen (*Convolutiones*), 5) Umdrehungen

---

1) Pathologie p. 61

(*Contorsiones*). Die Aushöhlungen entstehen nach ihm besonders durch Insecten und Läuse, welche die Eier ins Diachym legen, durch Zerstörung des Blattparenchyms von Seiten der auskriechenden Larven, wodurch die Oberhaut aufgetrieben und uneben wird. Durch Zerstörung des Zellgewebes an der Rückseite der Blätter werden diese nach aussen umgerollt und mannigfach verdreht, ebenso drehen sich die Blattstiele durch Anfressen der Blattläuse an einer Seite, wobei meist die Drehung und Windung so vollkommen wird, dass die Läuse in einer vom gedrehten Stengel oder Blattstiel gebildeten Höhlung sitzen. Als Anschwellungen (*Oedemata*) bezeichnet MEYEN alle Wucherungen von unbestimmter Form. Er unterscheidet nach HAMMERSCHMIDT): Warzen (*Verrucae*) an allen Obstarten. Von diesen glaube ich indessen nicht, dass sie jemals durch thierische Einflüsse entstehen, vielmehr scheint ihre Bildung sowie die der Muttermäler (*Naevi*) lediglich im angeborenen und oft erblichen Naturell der Pflanzen zu liegen. Manche derartigen Bildungen, wie z. B. die Korkflecken und Warzen des Borsdorfer Apfels, sind ja so constant, dass man sie zur Erkennung der Spielarten benutzt. Ferner entstehen durch Eierlegen der Insecten, der *Aphiden* und anderer, unter die Epidermis der Stengel, Blattstiele, Fruchtknoten u. s. w. wirkliche Anschwellungen (*Tubera*). Eine etwas höher entwickelte Pseudomorphose bilden die Zapfenrosen (*Squamationes*) und der Pflanzenzopf (*Plica*).

Die gemeine Zapfenrose entsteht besonders an Weiden durch den Stich der Weidenrosenfliege (*Cynips strobili*) in die Blattknospen, welche dadurch im Wachsthum zurückbleiben, den Stengel kaum entwickeln, die Blätter dagegen in gedrängter Rosette zusammenhäufen. Aehnliche Rosetten sieht man nicht selten an Hainbuchen (*Carpinus betulus L.*), Haselnüssen und anderen Holzgewächsen. Auf ähnliche Weise entsteht der sogenannte Wirrzopf und der Schlafapfel oder Rosenschwamm (*Fungus bedeguar*) der Rosen, welchem früher abergläubische Heilkräfte zugeschrieben wurden. Diese Schlafäpfel entstehen durch die Rosengallenfliege (*Rhodites rosae L.*), welche ihre Eier in die Blüthenknospen legt. Der ganze Trieb schwillt mässig an durch Wucherung des Stengelparenchyms, also der umgekehrte Fall wie bei der Zapfenrose; die Blätter entwickeln dagegen zwischen den Gefässbündeln fast gar kein Parenchym, kommen überhaupt nur kümmerlich, aber in grosser Masse und fast ohne Chlorophyll zum Vorschein, so dass der unförmliche Trieb mit gelblichem oder röthlichem Moose bedeckt scheint. Die Blätter leiden also in diesem Falle offenbar an Atrophie.

Die blasigen Auftreibungen der Pflanzensubstanz werden meist durch Blattläuse verursacht, welche ihre Eier in die Pflanzen legen. Die jungen Larven leben im Innern der von der Pflanze gebildeten Höhlungen und auf Kosten der Pflanze bis zu ihrer Verwandlung. Die meisten dieser

Auftreibungen, Blasen (*Bullae*), Bläschen (*Papulae*), Fleischzapfen (*Emphymata bursaria*) und Balggeschwülste (*Bursae s. Folliculi*) haben ganz bestimmte, für die Arten, von denen sie hervorgerufen werden, charakteristische, aber gewiss auch von der Pflanzenart abhängige Gestalten. An Linden, Haselnüssen, Ulmen und anderen Hölzern sind diese an sich ziemlich unschädlichen Gebilde bekannt genug.

Die höchste Entwickelungsform dieser Gebilde zeigen endlich die Gallen im engeren Sinne des Wortes, welche durch den Stich der Gallwespen (*Cynips*) in Blätter, Blattstiele, Blüthen, Früchte, Knospen und junges Holz entstehen. Am reichsten an verschiedenen Gallenformen scheint unter unseren Laubbäumen die Eiche zu sein. Meyen unterscheidet deren folgende: 1) Die Eichenbeere, erbsengrosse, durchsichtige Gallen auf der Blattunterseite, durch den Stich von *Cynips quercus baccarum* hervorgerufen; 2) die gemeine Gallnuss, an der Blattunterseite durch *Cynips quercus folii* hervorgerufen; 3) die Rothnuss, auf der Blattunterseite durch *C. quercus inferus* (an der Gallenzwergeiche); 4) die Stielnuss, an den Blattstielen, Blättern und jungen Trieben durch *C. quercus petioli*, verschiedengestaltete, hohle, ziemlich harte Gallen; 5) das Blüthennüsschen an den Stielen der männlichen Blüthenzäpfchen in Erbsengrösse, oft traubig gruppirt, durch *C. quercus pedunculi*; 6) das Rindenbecherchen, an der Rinde in Gestalt kleiner Becher durch *C. quercus corticis*); 7) die Gallnuss, weiss, wollig, an den Zweigen durch *C. quercus ramuli*; 8) der Schuppenapfel, an den Knospen in Kugelform durch *C. quercus gemmae*, sehr hart, noch mit Andeutungen der Blätter versehen; 9) die Apfelgalle, an den Terminaltrieben junger Eichenzweige durch *C. quercus terminalis*; 10) die Knoppern oder Velaniden durch Anstich der *C. quercus calycis* in die Cupula der Eichel, u. m. a.

Wir könnten die Zahl dieser Gallen durch Beschreibung der Vorkommnisse in unseren Sammlungen noch bedeutend vermehren, indessen haben die Gallen für die Praxis als pathologische Erscheinung nur geringe Bedeutung. Im Allgemeinen dürfte ihr Nutzen den Schaden, welchen die Pflanzen leiden, bedeutend überwiegen, wenn man auch nur in Betracht zieht, dass sie die Brütestellen einer grossen Gruppe nützlicher Insecten sind.

Nur eine Gallenbildung wollen wir noch hervorheben, nämlich die sogenannte Caprification der Feigen, welche einen für Südeuropa wichtigen Obstbaum ertragfähiger macht. Die Feigen-Gallwespe (*Cynips psenes L.*) sticht die Früchte des wilden Feigenbaums (*caprificus*, Geissfeige) an. Dessen Zweige werden dann am cultivirten Feigenbaum befestigt, damit das auskriechende Insect dessen Scheinfrüchte ansticht und sie dadurch auf Kosten der Schliessfrüchte bedeutend vergrössert, süsser und früher reif macht, so dass der Ertrag auf das Zehnfache vermehrt wird. Man

findet in Martiny's Rohwaarenkunde eine ausführliche Darstellung dieses Processes. Erwähnenswerth sind auch die Gallmücken (*Cecidomyia*, namentlich die Kiefern-Gallmücke (*C. pini L.*), deren Larve in dem zweinadeligen Trieb der Kiefer lebt und die Nadel zum Welken bringt: die Klee-Gallmücke (*C. loti*), welche am Schotenklee (*Lotus*); die Wachholder-Gallmücke (*C. juniperina*), welche die Kickbeeren an den jungen Wachholdertrieben verursacht; die Buchen-Gallmücke (*C. fagi*), kegelförmige Gallen auf Buchenblättern hervorrufend; die Birnenmücke, die Birnblätter zusammendrehend; die Weiden-Gallmücke (*C. salicina*), deren Larve in Anschwellungen der Weidentriebe lebt u. s. w.

Höchst eigenthümlich sind diejenigen Gallen, welche die Pappel-Blasenlaus (*Pemphigus bursarius L.*) an den Blattstielen der Pappeln verursacht. Die Laus legt ihre Eier hinein, worauf der Stiel anschwillt und sich so stark dreht, dass seine Windungen eine Höhle umschliessen, in welche die auskriechenden Larven hineinschlüpfen, um sich eine Zeit lang daran zu ernähren. Eine andere Art dieser Gattung ist die Ursache der Pflaumentaschen, Narren- oder Hungerzwetschen, bei denen zwar auch häufig ein Pilz (*Exoascus pruni*) vorkommt, welcher indessen keineswegs die Bedeutung hat, die man ihm beilegen möchte. Der *Pemphigus affinis Kalt.* bringt auf Pappelblättern blasige Auftreibungen hervor. Der *Chermes abietis* sticht junge Fichtentriebe an, wodurch die Nadeln und Triebe zu zapfenförmigen Gallen auswachsen, in deren Innerem in einer Höhlung die Larven sich entwickeln.

Eine sehr schädliche Gallenbildung verursacht die Kohl-Walzenfliege (*Ocyptera brassicaria F.*), welche ihre Eier in die Wurzeln und in den Stengel verschiedener Kohlarten legt und dadurch sehr starke, seltsame Auftreibungen verursacht, welche Verkümmerung der jungen Pflanze zur Folge haben.

Endlich will ich hier noch zweier Parasiten erwähnen, welche ich im vorigen Jahre auffand, und von denen die eine die in den letzten Jahren so häufige Gurkenkrankheit, die andere die Lilienkrankheit verursacht. Die mir zugekommenen Gurkenpflanzen waren vollkommen gesund gewesen, aber innerhalb einer Stunde plötzlich abgewelkt. An der Spitze der Pfahlwurzel befand sich eine kleine Höhlung, in welcher die Larven eines Parasiten, wahrscheinlich eine Aphide, lebten. Die Lilien sterben bekanntlich oft plötzlich an der Spitze des Blüthentriebes ab. Auch hier findet sich unter dem Vegetationskegel eine Höhlung, die jedenfalls durch ein stechendes Insect hervorgerufen wird.

Abschnitt V.

Krankheiten, hervorgerufen durch den Einfluss der Menschen.

Kapitel 11.

Krankheiten in Folge falscher Akklimatisationsversuche.

Dieser Theil unserer Untersuchungen bedürfte wohl einer sehr eingehenden Besprechung; doch würden wir hier eine ungeheure Zahl von Beispielen anführen müssen, ohne zur Zeit eine allgemeine Darstellung der Ursachen und Formen der Akklimatisationskrankheiten geben zu können.

In Folge von Versetzung eines Gewächses in ein anderes Klima können natürlich alle überhaupt möglichen Krankheiten hervorgebracht werden, namentlich kann das Gewächs z. B. Parasiten ausgesetzt werden, denen es sonst nicht begegnet, und denen es vielleicht eher erliegt als die einheimischen Pflanzen. Die meisten Akklimatisationskrankheiten kommen indessen auf Rechnung des eigentlichen Klimas [1], der Witterungsverhältnisse und der davon abhängigen Beschaffenheiten des Bodens.

Zuerst kommt hier die Wärme in Frage. Werden südlichere Pflanzen in nördliche Gegenden versetzt, so leiden sie entweder durch das Wärmeminimum des Winters, d. h. sie erfrieren, oder sie leiden durch die zu geringe Wärmesumme, welche sich ihnen darbietet. Zahlreiche zartere Pflanzen des Südens gehen bei uns im Winter nur allzu oft zu Grunde. Die prachtvolle *Paulownia imperialis* entfaltet in Mitteldeutschland nur selten ihre schönen Blüthen, weil sie in der Regel mehr oder weniger, namentlich aber stets an den jüngeren Trieben, erfriert, und weil diese bei zu starkem Einbinden unterdrückt werden. Bei dieser wie bei vielen anderen zarten Gewächsen reift aber auch das Holz in unseren kühlen Sommern nicht genügend, um dem Winterfroste widerstehen zu können. Das ist ja selbst bei unserm Weinstock nur allzu oft der Fall. Die Kastanie (*Castanea vesca L.*) erfriert in Thüringen fast in jedem Winter und kommt nur an geschützten Orten fort; aber selbst der Epheu verliert sein Laub und klettert daher nicht in die Bäume hinauf wie in Norddeutschland. Manche Bäume, so z. B. die orientalische Pyramiden-Pappel (*Populus dilatata*), leiden bei uns an Gipfeldürre, ohne Zweifel eine Wirkung des Frostes, da diese Krankheit in Südeuropa nicht vorkommt.

---

1) Man ist zu Zeiten so weit gegangen, die Möglichkeit der Akklimatisation völlig in Abrede zu stellen, und nicht mit Unrecht, wenn man unter Akklimatisation die Gewöhnung der Pflanze an unzuträgliche klimatische Bedingungen versteht. Vgl. Bonplandia Bd. VII, Nr. 2. Hannover 1858.

Wenn aber auch die Kälte in nördlichen Breiten der Anzucht südlicher Pflanzen eine strengere, unerbittlichere Grenze setzt, so ist doch andererseits durchaus nicht zu verkennen, dass auch der Anbau von Pflanzen gemässigter und kalter Klimate in warmen Gegenden oft unübersteiglichen Schwierigkeiten begegnet.

Vielleicht ist es unter Umständen das absolute Wärmemaass selbst, welches die Pflanzen zu Grunde richtet, häufiger wohl die Vertheilung von Wärme und Feuchtigkeit, der rasche Wechsel, plötzliches Auftreten grosser Extreme und rein mechanische Einflüsse, wie: tropische Regen, Stürme u. s. w.

Ueber die Cultur von alpinen und arktischen Gewächsen in den Thälern und auf der Ebene der gemässigten Zone haben wir bereits gesprochen; es bleibt daher hauptsächlich übrig, unsere Pflanzen in Tropengegenden aufzusuchen. Ueber diesen Punct haben wir die besten Mittheilungen aus Ostindien und Südamerika erhalten. Zu den werthvollsten derselben gehören die von SAGOT[1]) über das Gedeihen der europäischen Gemüse in Französisch-Guyana. Nach ihm ist es äusserst schwer, dort unsere Gemüse anzubauen, und er sieht Dürre, grosse Nässe und Platzregen als die grössten Feinde unserer Gemüse in jenem warmen Landstrich an. Der Gemüsebau erfordert dort weit mehr Sorgfalt in der Bearbeitung und Düngung, in der Bewässerung und Entwässerung des Bodens als bei uns. Die Pflanzen benehmen sich meistens ähnlich wie Alpenpflanzen in der Ebene, d. h. sie vergeilen, bekommen langgliedrige, dünne Stengel, bilden wenig Wurzeln, schlechte kleine Knollen u. s. w. Auch das Laub, auf welches bei den meisten Gemüsen so viel ankommt, bleibt klein und schwächlich. Blühen thun die Pflanzen selten, viele, so z. B. die zweijährigen, niemals; andere blühen zwar, bringen aber keine Frucht.

Der Vergleich dieser Verhältnisse mit den Alpenpflanzen-Culturen auf der Ebene wird dadurch sehr interessant, dass hier wie dort das Licht, also die Assimilation, der wesentlichste Factor zu sein scheint. Unsere Sommergewächse erhalten in den gleichmässig kurzen Tagen der Tropen zu wenig Licht im Verhältniss zur übermässigen Sommerwärme; sie wachsen daher in Folge dieser Wärmemenge sehr rasch, ohne dem entsprechend zu assimiliren. Eben deshalb ertragen sie die trockenen und heissen Monate immer noch besser bei nur einiger Bewässerung, als die Regenzeit, in welcher sie sehr durch Lichtmangel leiden.

Am häufigsten wird in Cayenne der Kohl angebaut. Die Kohlsorten gedeihen am besten von allen europäischen Gemüsen; doch hat sich aus diesem wieder eine eigenthümliche Cayenne-Sorte gebildet, welche das

1) Flora 1865, Nr. 7. 8.

Klima am besten verträgt. Der Kohl blüht nie, wie auch der Sauerampfer und andere Blattgemüse nie zur Blüthe gelangen. Das hat wohl einfach darin seinen Grund, dass bei der geringeren Assimilation die Blüthenknospen nicht die genügende Menge von Reservestoffen vorfinden. Daher ist es unmöglich, Blumenkohl anzubauen.

Rüben gedeihen weit weniger gut; sie bringen nur kleine, leicht faulende Stöcke hervor. Kresse und schwarzer Senf (*Lepidium sativum L.* und *Brassica nigra Koch*) gedeihen ziemlich gut, weniger die Brunnenkresse, die man seltsamerweise auf Beeten zieht.

Von Hülsenfrüchten kommen die Bohnen (*Phaseolus*) am besten fort; sehr schlecht dagegen Erbsen (*Pisum*), Puffbohnen (*Vicia faba L.*) und Kichererbsen. Die Linsen kommen gar nicht zur Blüthe. Seltsamerweise gedeihen auch die Cucurbitaceen nicht besonders; am besten die Wassermelonen (*Citrullus*). Petersilie, Selerie, Salat u. s. w. gedeihen weit weniger gut als in Frankreich. Kartoffeln geben nur kleine Knollen, ohne Zweifel unmittelbare Folge ihrer schwachen Stengel- und Blattbildung.

Der Weinstock gedeiht in allen Tropengegenden sehr schlecht und giebt unschmackhafte Früchte. Von unseren Obstbäumen kommen die meisten gar nicht oder nur sehr kümmerlich fort. Unsere Getreidearten kann man in tropischen Klimaten gar nicht anbauen; selbst der Weizen hat an vielen Puncten seine Südgrenze, wogegen Gerste, Hafer und Roggen gar nicht gedeihen. Sogar der Mais kommt in Südeuropa besser zur Entwickelung als in Guyana.

Es gehören hierher auch diejenigen Uebelstände, an denen unsere Gewächshauspflanzen leiden. Mangel an Licht, Luft, Wärme und Feuchtigkeit sind nur zu oft Anlass zum Kränkeln der armen Gefangenen. Auch Unfruchtbarkeit ist nicht selten ihr Loos. Diese kann in zweifacher Weise Folge der Cultur sein. Erstlich bringt ja gerade die Cultur, und nicht selten mit Absicht, Missbildungen der Geschlechtsorgane an den Pflanzen hervor, welche jede Befruchtung unmöglich machen. So bei den gefüllten Blüthen. Zweitens aber cultivirt man bei dioikischen Pflanzen oft nur das eine Geschlecht oder bei Pflanzen, die einer Befruchtung durch Insectenhülfe bedürfen, wie die Orchideen, Asclepiadeen u. a., verwehrt man den Insecten den Zutritt. Will man in solchem Falle Samen erzielen, so muss man mit dem Pinsel künstlich befruchten, was überhaupt im Gewächshaus auf alle Fälle anzurathen ist, weil es hier auch an dem zur Befruchtung, zur Verstäubung des Pollens nöthigen Luftzug meistens fehlt. Bei manchen Pflanzen hilft freilich auch die künstliche Befruchtung nicht der Sterilität ab, weil wir noch nicht im Stande sind, ihnen alle in ihrem Vaterland dargebotenen Lebensbedingungen im Gewächshaus zu ersetzen. Auch zu starkes Treiben, zu starke Entwickelung der Vegetationsorgane ist sehr häufig Ursache der Unfruchtbarkeit, ohne dass gerade

immer ein Durchwachsen der Blüthe vorhanden. Entfernung eines Theils der Vegetationsorgane, Einstutzen der zu stark treibenden Zweige ist daher auch für Gewächshauspflanzen zur Erhöhung der Fruchtbarkeit empfehlenswerth. Gar nicht selten schlagen auch die wirklich befruchteten Samenknospen noch fehl. Ganz besonders häufig findet das in Treibereien statt, wenn gleich nach der Befruchtung zu hohe Wärmegrade angewendet werden. In diesem Falle entwickelt sich der Fruchtknoten übermässig stark auf Kosten des verkümmernden Samens. Häufig bringt man Gewächse, welche schwer Samen ansetzen, durch einen Ringelschnitt oder eine ringförmige Einschnürung zum Blüthen- und Fruchtansatz [1]).

Auch dem Blattfall sind Gewächshauspflanzen nur zu häufig ausgesetzt, durch zu trockene Luft oder zu geringe Lichtzufuhr veranlasst [2]). Auch Nässe des Bodens kann leicht Blattfall verursachen bei umgesetzten Pflanzen, denen man die Wurzeln stark beschnitten hat. Diese faulen nämlich leicht bei zu nassem Boden, weil sie nicht im Stande sind, die Feuchtigkeit aufzusaugen, und manche Pflanze wird dadurch ganz zu Grunde gerichtet.

Viele Krankheiten der Gewächshauspflanzen rühren von Ueberfüllung her, wodurch die normale Behandlung erschwert wird und die Pflanzen sich Licht und Luft gegenseitig verkümmern [3]).

Topf- und Kübelgewächse sind Gefangene und bedürfen daher ebenso wie gefangene Thiere einer aussergewöhnlichen Sorgfalt, wenn sie nicht leiden oder zu Grunde gehen sollen. Ueberaus wichtig ist der Boden für Topfgewächse. Im Freien regelt die Natur selbst die Bewässerung und Entwässerung, und doch muss auch hier bei Culturen der Mensch durch Wasserzufuhr und Drainage zu Hülfe kommen. Wie viel mehr aber bei jenen Gefangenen, die von ihrer unmittelbaren Umgebung so völlig abhängig sind!

Die erste Regel ist hier, dass die Gefässe, Töpfe, Kübel u. s. w. die Transspiration nicht hindern. Die Töpfe müssen von unglasirtem, möglichst die Verdunstung beförderndem Thon sein. Ausserdem aber muss man durch eine Unterlage von Steinen und Scherben, durch Beimischung von Holzkohle u. s. w. den Abzug des überflüssigen Wassers befördern.

---

1) Bekanntlich abortiren die Samen der cultivirten Obstsorten sehr leicht, so beim Diamant-Wein, bei der Korinthe, den Bananen, dem Brodbaum u. s. w. In diesen Fällen sieht man aber den Abort, der doch eigentlich krankhaft ist, sehr gern.

2) Bei manchen Gewächsen der Warmhäuser, so z. B. *Jasminum sambuc L.* u. a. A. fallen die Blätter ab oder vertrocknen am Stengel, sobald die Luft nicht mit Feuchtigkeit nahezu gesättigt ist; daher kann man diese Pflanzen in einem trockenen Zimmer gar nicht cultiviren.

3) Vgl. Hamburger Garten- und Blumenzeitung v. Ed. Otto. Hamburg 1861. H[illegible]

Beim Giessen ist Regel, die völlige Trockenheit abzuwarten; doch darf der Boden nicht geradezu dürr werden. Man giesse dann ordentlich, bis an den Rand des Topfes, und warte abermals das Austrocknen ab. In der Beurtheilung des Bodenzustandes wird der Finger des Gärtners sehr bald geschickt.

Die Untersetzer unter den Töpfen dürfen nie vollgegossen werden, ausgenommen bei Sumpfpflanzen, so z. B. beim Reis, bei einigen Aroideen u. s. w. Selbstverständlich muss der Boden für Topfgewächse durchschnittlich lockerer sein als für dieselben Pflanzen, wenn sie im freien Lande stehen. Die Oberfläche ist stets rein zu halten von Unkräutern, vor allen Dingen vom Moose, denn grüne Ueberzüge auf der Oberfläche hemmen die Verdunstung und bringen Stockungen im Wurzelwachsthum hervor. Wo es nöthig ist, muss man sogar bei Topfgewächsen den Boden mittelst kleiner Hacken auflockern.

Nässe hat bei vielen Topfgewächsen, so z. B. bei Aurantiaceen, Myrtaceen, Epacrideen u. a., sehr leicht Fäulniss der Wurzeln und in Folge dessen Stockung der Säfte zur Folge. Aber auch zu grosses Austrocknen ist derartigen sehr zarten Pflanzen überaus verderblich, und zwar genau aus demselben Grunde. Die zarten Saugwurzeln nämlich sterben sehr leicht ab und faulen bei dem nächsten Guss, wenn das Erdreich zu sehr ausgetrocknet war.

Es versteht sich wiederum von selbst, dass zwischen Wurzelvermögen und Krone ein gewisses Gleichgewicht hergestellt sein muss. Hat man die Wurzeln einer Pflanze beim Umsetzen stark beschnitten oder beschädigt, so muss man auch die Krone so lange kurz halten, bis die Wurzeln sich neu erzeugt haben. Viele Pflanzen, und zwar vorzugsweise die gegen Dürre und Nässe empfindlichen, so z. B. Orangen, Ericeen, Epacrideen, Myrtaceen u. a., vertragen überhaupt das Beschneiden der Wurzeln nicht und müssen daher sehr behutsam umgepflanzt werden.

Sehr häufig werden Topfgewächse durch den Dünger verdorben. Hier gilt die allgemeine Regel, dass man denselben niemals frisch anwenden darf. Nur der flüssige Dünger macht davon eine Ausnahme, jedoch ist bei seiner Anwendung ganz besonders auf sehr lockeres Erdreich Bedacht zu nehmen.

Besonderen Schutzes bedürfen Culturpflanzen gegen die Unkräuter, nicht nur deshalb, weil diese den Boden aussaugen, sondern besonders auch deshalb, weil sie zum grossen Theil in dem Kampf um das Dasein den Culturpflanzen gegenüber Sieger bleiben. Man versuche nur, Getreidearten auf Wiesen zu ziehen! Diesen einheimischen Wilden sind jene zarteren Bürger anderer Zonen selten gewachsen. Auch beherbergt das Unkraut Ungeziefer, so z. B. Schnecken, Käfer etc.

Kapitel 12.

Krankheiten, hervorgerufen durch falsche Behandlung der Pflanzen.

Vor Allem kommen hier Verletzungen aller Art in Betracht.

Wie schon MEYEN[1]) sehr richtig bemerkt, gehört eine sehr tief eingreifende äussere Verletzung dazu, um eine Pflanze höherer Ordnung sofort zu tödten. Ganz besonders gilt das für die Holzpflanzen. Sommergewächse, wie überhaupt Pflanzen mit einfacher Periode, sterben meist ab, wenn man über der Wurzel die oberirdischen Theile entfernt. Selbst Stauden mit einem Caudex, wie Georginen, Commelinen u. a., pflegen gänzlich unterdrückt zu werden, wenn man die Augen sämmtlich abbricht. Hier kann aber schon leichter, als bei den echten Sommergewächsen, eine Neubildung durch Adventivknospen, wenigstens im folgenden Jahre, eintreten[2]).

Mit den Vegetationsperioden ist es überhaupt eine eigene Sache. Erstlich kann man bekanntlich viele sogenannten Sommergewächse dadurch zu zweijährigen machen, dass man während der Entwickelung der oberirdischen Stengel im ersten Sommer diese stark beschneidet und dadurch die Blüthenentwickelung unterdrückt, ein Verfahren, welches bei Culturpflanzen nicht selten in Anwendung kommt. Aber die Kunst reicht hier noch weiter. In dem angeführten Fall wird der einjährige Wurzelhals zu einem zweijährigen Caudex. Er scheint dabei zur Ablagerung von Reservestoffen gezwungen zu werden. Man kann aber manche Sommergewächse sogar zur Holzbildung bringen, indem man ihre Stengel wiederholt zurückschneidet. Das bekannteste Beispiel dafür ist die beliebte *Reseda odorata L.* in unseren Gärten. Sie ist eigentlich einjährig; cultivirt man sie aber im Topf und verhütet durch rechtzeitiges Einstutzen die zu grosse Samenbildung, so kann man die Pflanze viele Jahre hindurch erhalten, ja alljährlich zum Blühen bringen, indem der untere Theil des Stengels wie der einer Holzpflanze sich verdickt und aus axillaren sowie adventiven Knospen neue Seitentriebe hervorbringt[3]).

---

1) Pflanzenpathologie p. 3.

2) Die grosse Widerstandsfähigkeit der Holzgewächse gegen Verletzungen beweist wohl das Ueberwallen alter Baumstümpfe, welches sich oft, ohne Zweigbildung, ein halbes Jahrhundert hindurch fortsetzt. Gewöhnlich ist dabei eine Concentration der Säfte constatirt; so z. B. geben die überwallten Tannenstöcke in der Regel sehr harzreiches sog. kiehniges Holz.

3) Schon P. A. DE CANDOLLE hat in geistvoller Weise auf den Unterschied bei den Vegetationsperioden hingewiesen. Man kann im Allgemeinen die Regel aufstellen, dass die Pflanzen, deren Früchte grosse Massen von Reservestoffen ablagern, wie z. B. die Pomaceen, die Beerenfrüchtler und Drupaceen, fortdauern, während die Kapselträger

Sehen wir hier zunächst noch ab von den äusseren Formenänderungen der Gewächse, durch künstliche Eingriffe hervorgerufen, von veränderter Zweig- und Blüthenbildung u. s. w. und richten unser Augenmerk zunächst auf die unmittelbaren Folgen der Verletzungen, deren Heilung oder Verschlimmerung.

Wir müssen hier Schnittwunden, Brüche und Quetschungen unterscheiden.

Unter diesen sind möglichst glatte Schnittwunden am leichtesten zur Heilung zu bringen; es gilt daher der allgemeine Grundsatz, dass, so weit es thunlich, alle Wunden in Schnittwunden verwandelt werden müssen, wovon wir uns schon im zweiten Kapitel Rechenschaft gegeben haben.

Die Verwundungen der Holzpflanzen sind Longitudinalwunden oder Transversalwunden oder unbestimmt, aus beiden Richtungen zusammengesetzt. Natürlich leidet die Pflanze ganz verschieden je nach der Richtung der Wunde. Hier ist nur von Verwundung von Achsentheilen die Rede und diese besitzen fast immer eine längsfaserige Textur, d. h. die Zellen sind meist in der Achsenrichtung gestreckt und leiten in dieser Richtung die Säfte. Ein transversaler Schnitt trennt daher nicht nur den abgeschnittenen Pflanzentheil vollständig von seinem Mutterstamm, sondern hebt hier auch die Saftleitung auf. Durch diese letzte Wirkung bringt er Aenderungen in der äusseren Form der Pflanze, in der Verästelung und Blüthenbildung hervor, welche wir später ins Auge fassen wollen. Wie man die Transversalwunde behandelt, zur raschen Ueberwallung bringt und gegen äussere Einflüsse schützt, haben wir oben gesehen.

Es gehören dahin alle beim regelmässigen Beschneiden der Obstbäume und Ziersträucher, beim Ausputzen dürrer oder kranker Aeste, beim Pfropfen und Copuliren u. s. w. entstehenden Wunden.

Für die genannten Veredelungsarten ist ein ganz besonders sorgfältiger Schutz durch Baumwachs nothwendig. Uebrigens ist der Heilungsprocess genau derselbe wie bei anderen Wunden. Die Schnittfläche des Wildlings überwallt vom Rande her bis zur Vereinigung und Verwachsung mit der Basis des Edelreises, welches sich durch die beiderseitige Cambialschicht mit dem Wildling verbindet.

Aehnlich sucht man bisweilen durch Längswunden zwei Pflanzen mit einander zu verbinden. Will man z. B. eine Pflanze durch eine nahe daneben stehende veredeln, so genügt es, die zu benutzenden Zweige

---

meist ganz oder bis auf den Caudex die Vegetationskraft erschöpfen. Es hängt das wesentlich von der Blüthezeit ab. Der Stengel muss bis zur Blüthe gehörig erstarkt sein, wenn er die Blüthezeit überdauern soll.

beider Pflanzen, welche von möglichst gleicher Dicke sein müssen, der Länge nach durch einen glatten Schnitt zu verletzen und die verletzten Stellen mit genauer Anpassung der Cambialschichten, auf einander zu binden. Nach erfolgter Verwachsung schneidet man den Wildling unter der Verwachsungsstelle allmählig durch.

Oft werden Längswunden zur Gewinnung von Säften oder Harzen gemacht. So geschieht es ganz gewöhnlich an unseren Nadelbäumen zur Harzgewinnung. Man muss hiebei wohl bedenken, dass man dem Baume seinen Nahrungssaft entzieht und dass das, wenn es an vielen Stellen und wiederholt geschieht, ihn mehr oder weniger im Wachsthum beeinträchtigen, also den Holzertrag verringern muss. Bei Waldbäumen wird man eine völlige Heilkur bei solchen Verwundungen nur selten einschlagen können. Wir theilen hier noch die Rathschläge MEYEN's in dieser Beziehung mit. Man darf nach ihm und HARTIG mittelwüchsige Fichten 6—10 Jahre vor dem Abtrieb ohne Nachtheil für den Baum durch Harzen benutzen, wenn man nur nicht einen zu grossen Harzfluss veranlasst. Ein oder zwei Risse von $1\frac{1}{2}$—2 Zoll Breite und 4—5 Fuss Länge, bis auf den Splint geführt, seien ganz unschädlich; das Harz läuft in diese Risse, die sogenannten Laachen, hinein und kann alle zwei Jahre daraus abgenommen werden. Macht man mehr Laachen, so werden die Bäume krank, zeigen schlechten Zuwachs, schlechtes Holz und schlechten Samen, wobei der Borkenkäfer sich stark vermehrt.

Zur Vermeidung dieser nachtheiligen Einflüsse beobachte man folgende Regeln beim Anreissen der Bäume: Man harze nur alte Bäume, welche 12, 15—20 Zoll im Durchmesser haben; Stämme von 3 Fuss Durchmesser geben das meiste Harz und können einige 20 Jahre auf Harz benutzt werden; junge Stämme dagegen werden in 10—12 Jahren kernroth und zuletzt am Stammende, soweit die Laachen gehen, ganz faul. Zum Bauholz zu benutzende Stämme dürfen gar nicht gerissen werden, sondern nur solche, welche zu Brennholz bestimmt sind. Ferner reisse man einen und denselben Baum nicht alle Jahre, sondern lieber ein Jahr ums andere und nur 8—10 Jahre vor dem Abtriebe des Bestandes.

Oft werden Bäume in den Gärten zufällig verwundet, so z. B. beim Gebrauch gärtnerischer Werkzeuge, beim Mähen des Grases in Obstgärten, beim Gebrauch von Scharreisen zum Reinigen der Wege u. s. w. Diese Wunden sind besonders deshalb so schädlich und müssen sorgfältig behandelt werden, weil die Feuchtigkeit des Bodens hier so sehr die Fäulniss begünstigt. Verwundungen der Wurzeln haben im Ganzen die nämlichen schädlichen Einflüsse wie die der oberirdischen Stammtheile, und es kommt hier noch, namentlich in der Nähe der Erdoberfläche, die leichtere Fäulniss und Vermoderung hinzu. Gänzliches Abhauen von

Wurzeln entzieht selbstverständlich dem Baume die Nahrung ganz oder theilweise, so dass er genöthigt ist, neue Wurzeln an die Stelle der alten zu setzen.

Das ist ganz besonders beim Umsetzen der Bäume und bei der Verpflanzung der Topfgewächse, aber überhaupt bei jeder Art von Umpflanzung zu berücksichtigen.

Nur die Spitzen der feinen Fasern und an diesen wieder vorzugsweise die Wurzelhaare saugen die flüssige Nahrung aus dem Boden auf. Daraus ergiebt sich die Forderung für jede Form des Umsetzens: Dass man die Zasern möglichst wenig verletze und wo möglich die ganze Wurzelmasse mit dem Erdballen herausssteche. Ablösen kann man meist die Zasern gar nicht, ohne sie selbst oder ihre Wurzelhaare zu verletzen, denn diese sind meist mit den kleinen Bodenpartikelchen so innig verwachsen, dass sie beim Ablösen der Wurzel zerreissen. Das Abhauen der Wurzeln beim Versetzen der Bäume ist daher eine blosse Praxis der Bequemlichkeit, welche möglichst vermieden werden sollte.

Man entfernt aber in der Regel nicht bloss einen Theil der Wurzeln, sondern ebenso den grössten Theil der Aeste. Dieses folgt aus jenem. Sind die meisten Würzelchen abgerissen, wie es gewöhnlich beim Versetzen geschieht, so muss der Baum nothwendig eine Stockung im Wachsthum erfahren, bis die abgerissenen Wurzeln allmählich durch neue ersetzt sind. Es werden daher die vorhandenen Aeste, weil ihnen nur sehr spärlich Nahrung zugeführt wird, sehr bald absterben oder sehr schwächliche Reiser treiben. Entfernt man sie, so hat das die Folge, dass aus wenigen Seitenknospen oder Adventivknospen sich Zweige entwickeln, welche nach und nach, ohngefähr in gleichem Schritt mit der Wurzelergänzung, an die Stelle der verlornen Aeste treten. Immerhin wird aber dadurch die Vegetation des Baumes auf eine Reihe von Jahren gehemmt und es ist die Versetzung mit dem ganzen Ballen und dem grössten Theil der Aeste, wo sie anwendbar ist, unbedingt vorzuziehen.

Dass auch bei alten Bäumen solches Versetzen möglich ist, zeigt ausser zahlreichen Beispielen in England unter anderem der Borsig'sche Garten in Moabit bei Berlin, wo ausgewachsene Eichen auf einen Boden versetzt wurden, den kurz vorher noch Kartoffelfelder einnahmen.

Bei dem Verpflanzen der Topfgewächse herrscht die ganz falsche Praxis bei vielen Gärtnern, diejenigen Wurzeln zu entfernen, welche sich unten ringförmig auf den Topfboden legen. Diese sind gerade die jüngsten und werthvollsten. Die Wurzeln stossen nämlich bei ihrem Bestreben, der Schwerkraft Folge zu leisten, sehr bald auf den Boden und kriechen nun im Kreise am Boden und an der Topfwand umher. Man muss diese Wurzeln beim Verpflanzen etwas auflockern, sie aber möglichst wenig beschädigen. Ganz besonders empfindlich sind gegen der-

artige Beschädigungen die meisten Neuholländer- und Cappflanzen aus den Familien der *Proteaceen*, *Myrtaceen*, *Ericeen* u. s. w. Meist verlieren solche Pflanzen nach einer starken Beschneidung der Wurzeln alle Blätter, da diese nicht mehr vom Boden aus ernährt werden, mithin vertrocknen müssen. Gar häufig beobachtet man das bei'm Versetzen der Myrten. Stets trägt aber der Gärtner durch unvorsichtige Behandlung die Schuld bei solchen Blattverlusten, die selbst den Tod der Pflanze herbeiführen können.

Bohrlöcher, welche man entweder durch Anbohren zur Gewinnung des Saftes absichtlich einem Baume beigebracht hat, oder welche durch Einschlagen von Nägeln, Fuss- oder Steigeisen u. s. w. entstanden sind, muss man durch eingetriebene hölzerne Pflöcke bis zum Cambium, wo sie glatt abgeschnitten werden, zu schliessen suchen. Eingetriebene Nägel, wie überhaupt alle Gegenstände, welche dem Cambiumring hindernd entgegentreten, haben Störungen in der Ueberwallung, also Spiegelfaserbildungen zur Folge, welche den natürlichen Masern mehr oder weniger ähneln.

Zu den unvollständigeren Wunden gehören diejenigen, welche durch sogenanntes Ringeln den Bäumen beigebracht werden. Unter dem Ausdruck »Ringeln« verstehen die Gärtner zweierlei ganz verschiedene Operationen. Erstlich nennt man im uneigentlichen Sinne »Längsringeln« das Anschneiden oder Ritzen der Rinde, um derselben die Ausdehnung zu erleichtern. Das geschieht besonders bei Obstbäumen, indem man an mehren Puncten der Peripherie einen möglichst senkrechten Längsschnitt von der Spitze zur Basis des Stammes macht. Das Einritzen darf natürlich das Cambium nicht verletzen, sonst tritt eine Störung in der Ringbildung, eine Längsmaserbildung ein. Ein Heilverfahren ist bei solchen Ritzwunden nicht nöthig; sie heilen sehr bald von selbst, da die getrennten Theile unmittelbar an einander liegen. Um solche Verwundungen zu vermeiden, thun weniger Geübte wohl, nur die äusseren Rindenschichten zu ritzen, da nur diese zunächst der Ausdehnung des Stammes im Wege sind. In solchem Fall muss aber die Operation häufiger wiederholt werden, als bei tieferem Einritzen.

Warum gerade bei unseren Obstbäumen das Ringeln so nöthig ist, lässt sich schwer beantworten. Seit Hofmeister wahrscheinlich gemacht hat, dass der Saftdruck der Pflanzen Folge der Spannungsverhältnisse der Zellenwände ist, welche den durch Diffusion aufgenommenen Saft auch über die Diffusionskraft der Nachbarzellen hinaus weiter befördern. müssen wir glauben, dass die Missverhältnisse zwischen Edelreis und Wildling bei den veredelten Obstbäumen die Ursache des so häufigen Saftüberflusses sind zu einer Zeit, wo die Rinde noch keine natürlichen Rissbildungen und keine Borke zeigt.

Die Pflanzen besitzen nämlich eine bestimmte Wurzelkraft, eigentlich Cambialkraft, d. h. einen von der Wurzel ausgehenden Druck, welcher den Saft derselben wie mit einer Druckpumpe durch die ganze Pflanze treibt. Die Spannung der Zellenwände scheint Ursache dieses Aufdrucks zu sein, wie SACHS[1]) das, zwar nicht erklärt, aber doch die Möglichkeit dieser Vorstellung zur Anschauung gebracht hat. Vielleicht reicht dieser Druck aus, um das Auftreiben des Saftes durch den bis 400 Fuss[2]) hohen Pflanzenkörper zu ermöglichen. Die bisherigen Messungen können ihrer geringen Zahl und ihrer nothwendigen Fehler wegen darüber noch keinen vollständigen und sicheren Aufschluss geben.

Nothwendig ist das Ausreichen jenes Druckes aber keineswegs, denn ausser jenem Druckpumpenwerk der Wurzel besitzt die Pflanze in allen verholzten Gewebetheilen, aber überhaupt im ganzen oberen Pflanzenkörper ein Saugwerk, um den heraufgedrückten Saft weiter zu befördern. Es ist nämlich vielfach gezeigt worden, dass selbst todtes Holz eine Flüssigkeiten aufsaugende Kraft besitzt. Dass diese Kraft auch im lebenden Holzkörper vorhanden, lässt sich leicht experimentell nachweisen, wenn auch die dafür angestellten Versuche bis jetzt sehr roh eingeleitet sind.

Die saugenden Kräfte[3]) sind die Flächenanziehungen (Capillarität) und die Imbibition, welche einerseits mit der molecularen Flächenanziehung, andererseits mit der Diosmose (Diffusion der Membranen) verwandt ist. Die Capillarität wirkt in den Luminibus der Faserzellen und in den Intercellularräumen, die Imbibition von Wand zu Wand und vom Lumen zur Wand. Die zahlreichen Unterbrechungen durch vorhandene Luft in Zellen und Intercellularräumen erleichtern die Capillarattraction, denn sie macht es möglich, dass das Wasser nur bis zu einem gewissen Punct gehoben zu werden braucht, von wo es durch weitere Ansaugung weiter befördert wird. Auf alle Fälle aber ist der Wurzeldruck das Mittel zur raschen Beförderung und zur Verhütung des Abwärtssteigens.

Die eigentliche Cardinalfrage, nämlich die nach dem Verhalten der lebenskräftigen Cambialschicht im Vergleich mit dem relativ todten Holz, ist bei allen hierher gehörigen Arbeiten unbeantwortet geblieben, ja nicht einmal berührt worden.

Für unsern Zweck ist es übrigens zunächst noch unbedeutsam, ob vorzugsweise das Cambium den aufsteigenden Strom leitet, oder ob das gleichmässig durch den ganzen Holzkörper geschehe. Wir haben aber

1) A. a. O. p. 196 ff.

2) J. SACHS giebt den höchsten Bäumen nur 200 Fuss Höhe.

3) Hier darf durchaus nicht übersehen werden, dass die hebenden Kräfte keineswegs absolut auf die Wurzel beschränkt sind, sondern dass alle Cambialschichten der Pflanze dieses Spannungspumpwerk besitzen.

früher uns selbst diese Frage dahin beantwortet, dass nur der Cambialcylinder der Dikotyledonen und die Cambialstränge der Monokotyledonen die eigentlich leitenden, den Saft aufwärts treibenden Gewebe sind, wogegen das Holz nur als ein Wasserreservoir zur Aufnahme eines Nothvorraths anzusehen ist.

Ausser dem Längsringeln der Bäume war früher sehr häufig das eigentliche Ringeln oder Querringeln üblich, eine stets dem Baume mehr oder weniger verderbliche Operation. Man suchte durch dieselbe die Fruchtbarkeit eines Astes oder der ganzen Krone zu erhöhen und dass das möglich ist, geht schon aus unserer Demonstration von der Wechselbeziehung zwischen Blättern und Rinde hervor. Man nahm seit alten Zeiten ein Herabsteigen des Saftes in der Rinde an und wenn man diese Erscheinung nur nicht als eine stürmische Saftbewegung bis zur Wurzelspitze auffassen will, wie es seit alten Zeiten speculirende Theoretiker gethan haben, so lässt sich gegen die Vorstellung durchaus nichts einwenden.

Will man es auch noch nicht als bewiesen ansehen, so ist es doch jedenfalls höchst wahrscheinlich, dass durch die der secundären Rinde entsprechenden Baststränge des Blattes eine Quantität assimilirter Nahrung in die Rinde des Zweiges oder Stammes hinabgeführt wird. Hemmt man nun diese durch Zerschneiden oder Einschnüren der Rinde, so kann man dadurch offenbar der Blüthenbildung zu Hilfe kommen, welche so wesenlicth vom Vorhandensein einer bestimmten Quantität von Reservestoffen abhängig ist. So ist es eine längst bekannte Thatsache, dass man Glashauspflanzen, welche schwer zur Blüthe zu bringen sind, häufig durch Einschnürung oder Ringelung der Rinde zum Blühen und Fruchten bringt. Die *Dracaena draco*, der berühmte Drachenbaum, ist schon mehrmals dadurch zur Blüthe gebracht worden, dass man mittelst starker Stricke unterhalb der Krone die Rinde fest zusammenschnürte. Wahrscheinlich wird die Massregel nur bei dikotylem Gefässbündelbau von Erfolg sein und bekanntlich besitzt die *Dracaena* einen Cambialcylinder, ebenso wie die Dikotyledonen.

Das eigentliche Ringeln geschieht hauptsächlich bei Obstbäumen. Man macht einen einfachen Einschnitt in die Rinde rings um den ganzen Stamm. Natürlich wird dabei sehr leicht das Cambium verletzt und in diesem Falle muss die Procedur dem Baume sehr nachtheilig werden. Oft trennte man auch ein ganzes ringförmiges Rindenstück ab, indem man in bestimmtem Abstande von einander zwei Ringelschnitte anbrachte. Die Folge des Ringelns ist eine starke Rindenwucherung oberhalb des Ringelschnittes. Ist dieser einfach, so verbinden sich die getrennten Rindentheile sehr bald wieder, namentlich, wenn keine Trennung des Cambialgewebes stattgefunden hatte.

Dass, wie MEYEN[1]) berichtet, bei dem ringförmigen Ringelschnitt unterhalb der entrindeten Stelle sich keine Spur von Holz und Rinde mehr bilde, ist ohne Zweifel eine Fabel, denn dafür lässt sich durchaus kein Grund einsehen, da sogar abgesägte Baumstümpfe noch Jahresringe ausbilden. Jedenfalls aber muss eine solche Entrindung verderblich werden, zunächst dem darüber befindlichen Pflanzentheil, da der Saftstrom durch Störung oder Vernichtung des Cambiums unterbrochen wird, der Baum oberhalb der Verwundung also nur noch ursprünglich durch das Holz mit Flüssigkeit und zwar mit einem sehr wässerigen Saft versorgt wird. Dass dabei die Trockenheit, besonders die directe Bestrahlung durch die Sonne durch Verstärkung der Verdunstung an der Wundfläche sehr verderblich wirkt, hat schon MEYEN richtig erkannt und durch höchst interessante Versuche nachgewiesen. Natürlich wirkt diese Verdunstung und Austrocknung der Wundfläche um so rascher nachtheilig, ja tödtlich ein, je jünger der Baum ist, denn ein dickerer Stamm ist im Stande, in seiner Holzmasse einen schwachen Ersatz für die fehlende Cambialströmung zu gewinnen.

Wie wir früher experimentell nachgewiesen haben, steigt der Saft aus dem unterhalb der Wunde befindlichen Cambium durch Imbibition der Zellenwände und Capillarität der Gefässe im centralen Holz empor, durch Vermittelung der Markstrahlen in dasselbe übergetreten, und ernährt so eine Zeitlang die über der Wunde befindlichen Pflanzentheile. Diese Ernährung ist aber eine so kümmerliche, dass der Baum doch nach wenigen Jahren erliegt.

MEYEN hat, wie gesagt, diesem Gegenstande höchst interessante Versuche gewidmet, die modificirt schon früher von DU HAMEL angestellt wurden. Die Erklärung derselben giebt MEYEN[2]) freilich durchaus falsch, so dass der unbefangene Leser gerade das Gegentheil von demjenigen folgern wird, was sich für MEYEN aus den Versuchen ergiebt. MEYEN umschloss eine ringförmige Entrindung mittelst einer Glasröhre luftdicht. Das Cambialgewebe erneute sich von den Markstrahlen aus als grünliches Wucherparenchym und überzog allmählich die ganze Wundfläche. An dem oberen Einschnitt brachen Wurzeln, am unteren Laubknospen hervor. MEYEN folgert daraus, dass die Wurzelbildung vom absteigenden Rindensaft abhänge, während doch bekanntermassen jede vollkommene Feuchthaltung eines holzigen Stengelgebildes Adventivwurzelbildung zur Folge hat. Dass unterhalb der Wunde adventive Laubknospen hervorbrechen, ist der sicherste Beweis dafür, dass der Stamm unter der Wunde seine Vegetationskraft keineswegs eingebüsst hat, also auch sicherlich die

1) Pflanzenpathologie p. 7.
2) Pflanzenpathologie p. 8 ff.

Wurzelbildung nicht unterbrochen ist. Wenn eine ringförmige Unterbrechung der Rinde die Wurzelbildung unterdrückte, so müsste das ja bei vollständiger Köpfung noch weit mehr der Fall sein, was der allgemeinen Erfahrung widerspricht.

Vielleicht ist es nicht unnütz, hier ein sehr einfaches Heilverfahren für solche ringförmigen Entrindungen anzugeben, die ja freilich selten sind und nur bisweilen in boshafter Absicht vorgenommen werden. Das Verfahren gründet sich auf die MEYEN- DU HAMEL'-schen Versuche und besteht darin, dass man die Wunde mit einer dicken Strohlage fest umgiebt und einbindet, welche dann noch durch eine Umhüllung, etwa getheertes Leinen, gegen die äusseren Einflüsse geschützt wird. Dicht anliegende Verbände sind natürlich nur nachtheilig, noch nachtheiliger aber Salben und Pflaster. Der Verband hat lediglich den Zweck, die Verdunstung zu verhüten, die trockne Luft, die Sonnenstrahlen, überhaupt die äusseren Einflüsse abzuhalten, ohne die Neubildung der Zellen zu hindern.

Nächst den einfachen Verwundungen und ihren Folgen haben wir die Entfernung ganzer Pflanzentheile ins Auge zu fassen. Dafür ist besonders zweierlei zu berücksichtigen: Die Entfernung der grünen, assimilirenden Pflanzentheile und das Beschneiden der Stengel, Zweige, überhaupt der holzigen Pflanzentheile.

Die grünen Pflanzentheile werden hauptsächlich als Futter für's Vieh benutzt, Staudengewächsen (geschweige Sommerpflanzen) thut man natürlich durch rechtzeitiges Abschneiden keinen Eintrag, da man sie ja nur wieder als Futter zu benutzen denkt. Daher wird die Wiese durch den Schnitt im Futterwerth nur erhöht, nicht vermindert. Ganz anders bei den Holzpflanzen. Nimmt man ihnen das Laub, so kann die durch die Blätter assimilirte Nahrung im Herbste nicht in die Rinde übergeführt werden, der Baum oder Strauch wird also leiden, sein Holzwerth sich verringern, ja, er wird oft zuletzt ganz zu Grunde gehen. Es ist daher ein Zeichen von sehr geringer Stufe der Land- und Forstwirthschaft und namentlich der Gesetzgebung für diese wichtigen Erwerbszweige, wenn, wie in Tirol, das Laubstreifen oder, wie es genannt wird, das »Schnatzen« erlaubt ist. Das Laub der Bäume als Viehfutter zu benutzen ist auf alle Fälle roh und abgeschmackt.

Etwas anderes ist es, wenn man die Holzpflanzen bloss des Laubes wegen cultivirt, so z. B. die Maulbeerbäume zur Seidenzucht, den Thee u. s. w. In solchen Fällen wird man für stets junge Anpflanzungen Sorge tragen und die Pflanzen durch Schonungj der ungen Triebe zu conserviren suchen. Ein grosser Uebelstand beim Abblatten ist der Reiz, den die jungen Knospen oder Augen erleiden. Diese treiben mitten im Sommer auch bei den Holzpflanzen, welche sonst keinen Johannistrieb

haben und verzehren die abgelagerten Reservestoffe so vollständig, dass die Pflanzen im höchsten Grade geschwächt werden. Manche Holzgewächse treiben auch nach dem Laubstreifen eine Menge von Adventivknospen im Stamm, sogenannte Stammsprossen, welche zur Maserbildung und zur völligen Entkräftung des Baumes führen.

Grosse Unbilden können aber der Pflanze auch vom Boden her durch den Menschen zugefügt werden. Schon die Cultur an sich bringt Missverhältnisse mit sich, welche nicht immer vermieden werden können.

Die Natur sorgt durch einen regelmässigen Wechsel der Pflanzendecke der Erde dafür, dass nicht die Pflanzen den Boden erschöpfen und dadurch leiden, ja zu Grunde gehen, denn jede Pflanze macht an ihn ihre eigenthümlichen Ansprüche. Erst spät hat auch der Mensch, durch die Noth gezwungen, Wechselwirthschaft eingeführt und selbst diese wird selten so geistvoll und industriös betrieben, wie von den Londoner Gemüsegärtnern. Es hat sogar der Wechsel einer Gemüsesorte oder die Kreuzung mit einer anderen sehr günstigen Einfluss auf den Ertrag. Wollten wir alle Uebelstände schildern, welche aus länger fortgesetzter Cultur derselben Pflanze auf demselben Boden hervorgehen, so müssten wir eine vollständige Theorie der Wechselwirthschaft mittheilen, was hier nicht Absicht sein kann.

Von ungeheuerer Wichtigkeit ist die tiefe Bearbeitung und Auflockerung des Bodens und die zweckmässige Einrichtung der dazu bestimmten Instrumente: Pflüge, Eggen, Spaten, Hacken u. s. w. Man erwägt nie genügend, dass der Culturboden in meteorologischer Beziehung Steppenboden ist. Der Pflanzendecke beraubt, ist er allen Unbilden der Witterung ausgesetzt, dem Ausdörren durch die starke Verdunstung an der Oberfläche, dem Niederstampfen durch heftige Platzregen, den Nachtfrösten u. s. w.

Auf schwerem Boden bildet sich durch den Regen eine undurchdringliche Decke; wird diese nicht aufgelockert, so können später die atmosphärischen Gewässer nicht eindringen und der Boden kann selbst bei vorherrschend nassem Wetter zu trocken sein.

Vielen Gärtnern ist es unbekannt, dass bestimmte Pflanzen ganz bestimmter Salze bedürfen und dass es salzliebende Pflanzenfamilien giebt. Wer *Smilaceen*, wie z. B. den Spargel, ferner: Kohl- und Rübensorten, Meerkohl, überhaupt *Cruciferen* und viele andere Pflanzen, die in der Natur Salzboden aufsuchen oder doch vorziehen, cultiviren will, der muss wissen, dass sie nur dann kräftig gedeihen, wenn man sie mit den nöthigen Salzen und zwar genau in den richtigen Verhältnissen, weder zu viel noch zu wenig, versieht. Daher müssen Spargel, Blumenkohl u. s. w. mit Kochsalz und anderen alkalischen Salzen gedüngt werden, wenn dieselben im Boden nicht schon zur Genüge vorhanden sind. Versäumt

man dieses, so hat man merkliche Verluste im Ertrag. Die Pflanzen vergeilen und vergilben. Es ist überhaupt besser, eine gesunde Pflanzencultur ins Werk zu setzen, besser, die Pflanzen gegen Unbilden aller Art und vor Allem gegen falsche Behandlung zu schützen. Pflanzenkrankheiten zu heilen ist sehr, sehr schwer, ja meist unmöglich. Wir glauben uns daher vom Leser nicht mit besserem Wort verabschieden zu können, als mit dem Wunsche, dieses Werk möchte zur Verhütung so mancher Erkrankung unserer Lieblinge und nützlichen Pfleglinge anleiten!

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Figg. 1—10. Zur Demonstration der Imbibition der Gewebe.

1. Nelkenstengel im Querschnitt, in 2facher Vergrösserung, Aufnahme von Indigolösung an der Schnittfläche.

2. Partie aus dem Blatt eines hybriden Pelargoniums im Querschnitt, 160fach vergrössert, *U* = Unterseite, *O* = Oberseite, *p* = Haar, *g* = Drüsenhaar, *pz* = Pallisadenzellen, *ch* = Clorophyllgewebe, *ep* = Epidermis, *cb* = Cambium, *sp* = Gefässe, *pr* = Prosenchym, *x* = grosszelliges Aussenrindenparenchym des Nerven, *y* = äussere stark verdickte Lage desselben. Der Farbstoff, Kirschsaft, von aussen auf die Blattfläche getragen, hat alles chlorophyllfreie Gewebe durchdrungen.

3. Querschnitt durch eine Partie des Nelkenblattes bei 50facher Vergrösserung. Das Blatt ist ebenso behandelt, und die Buchstaben bedeuten dasselbe.

4. Querschnitt aus einem Theil des Nelkenstengels, welcher von einer Schnittfläche aus Indigolösung aufgesogen hatte, 160fach vergr. *m* = Mark, *sp* = Gefässtheil, *cb* = Cambium, *bp* = Bastgewebe.

5. Querschnitt aus einem ebenso behandelten einjährigen Weidenzweig. Das Mark und die chlorophyllführende Rinde (*r*) sind ungefärbt, alle übrigen Gewebetheile, selbst die Bastbündel (*b*) der Rinde, sind gefärbt.

6. Querschnitt aus einem zweijährigen Weidenzweige, der ebenso behandelt worden, *r* = Rinde, i^1 = erster Jahresring, i^2 = zweiter Jahresring.

7. Querschnitt aus einem jungen, ebenso behandelten Fichtenzweig, 5fach vergrössert. Alle Theile ausser Mark (*m*) und Rinde (*r*), aber in der Rinde selbst die Harzgänge (*h*), sind imbibirt. Der Farbstoff dringt, wie immer, vom Cambium (*cb*) aus nach innen vor.

8. Querschnitt aus einem imbibirten Weidenzweig, 160fach vergrössert. *ep* = Epidermis, *ch* = Chlorophyllgewebe, *cr* = Krystalldrusen, *bb* = Bastbündel, *sp* = Gefässe, *h pr* Holzprosenchym, *m str* = Markstrahl, *cb* = Cambium.

9. Querschnitt durch eine imbibirte Kiefernadel. Der Farbstoff steigt aus dem Zweig (Fig. 7) mittelst des Cambiums (*cb*) in das von grossen eiförmigen Parenchymzellen (*k s*) in Gestalt einer Kernscheide umschlossene Gefässbündel der Nadel, dessen Gefässe, Holz (*h p r*) und Parenchym (*p*). An der Spitze der Nadel begiebt er sich mittelst des Gefässbündels in die Oberhaut (*e p*), und von da steigt er in der Oberhaut und in den Bastzellen, welche den Harzgang (*h g*) umgeben, abwärts.

10. Oberes Ende eines Harzganges.

Figg. 11—14. Antholyse von *Verbascum nigrum L.*

11. Die metamorphosirte Samenknospe, von ihrem Deckblatt abgelöst. Man sieht nur ein noch hohles Integument (*i*), woraus der Kern (*n*) hervorragt.

12. Eine noch stärker metamorphosirte Knospe; das Integument (*i*) ist fast ganz flach.

13. Gespaltener Fruchtknoten, zwei linealische Blätter darstellend, zwischen denen man ein freies, knospentragendes Mittelsäulchen (*c*) wahrnimmt.

14. Samenknospe mit ihrem als Deckblatt metamorphosirten äusseren Integument (*b*).

Figg. 15. 16. Deckschuppen einer Knospe von *Aesculus hippocastanum L.* Ein Deckblatt (15) ist schon im Herbst in der Form des Laubblattes entwickelt. Fig. 16 zeigt ein normales Deckblatt.

Fig. 17. Sechszählige Blüthe von *Cornus mascula L.*, *a—e* Kronblätter, 1—6 Staubblätter, ein siebentes Staubblatt (7) befindet sich innerhalb des Wirtels einwärts gebogen.

Tafel II.

Fig. 1. Gruppe des *Cortinarius xylophilus Fr.* *a* und *b* im Durchschnitt, *c* von aussen gesehen.

Fig. 2. Doppelblüthe von *Cornus mascula L.* I—IV und 1—4 die Kronblätter, *a—d* und *α—δ* die Staubblätter. Vergr. $^2/_1$.

Fig. 3. Durchwachsenes Aehrchen von *Poa bulbosa L.* Vergr. $^3/_1$.

Fig. 4. Durchwachsenes Aehrchen von *Poa alpina L.* Vergr. $^3/_1$.

Fig. 5. Griffel aus der durchwachsenen Blüthe von *Poa alpina L.* Vergr. $^8/_1$.

Fig. 6. *Cryptococcus*, gezogen aus *Penicillium crustaceum Fr.*

Fig. 7. Hefe von *Polydesmus exitiosus Kühn.* *a* Keimling einer Hefezelle mit Querwand.

Fig. 8. Hefe des *Oidium albicans auct.*

Fig. 9. *Hormiscium* und *Cryptococcus*, gezogen aus dem Pilz, welcher sich häufig auf den Genitalien und in der Mundhöhle Diabetes-Kranker, und zwar in beiden Fällen in ganz gleicher Form, vorfindet.

Fig. 9*a*. Keimlinge der runden Sporen des Diabetes-Pilzes (*Oidium albicans — Stemphylium*).

Fig. 10. Hefekolonien, entstanden aus Plasma-Kernen der zusammengesetzten Sporen von *Polydesmus exitiosus Kühn*, in verdünntem Glycerin.

Fig. 11. Dieselben Kolonien, erhalten durch Cultur in concentrirtem Glycerin.

Fig. 12. Keimling einer kleinen Kolonie.

Fig. 13. Sporen des *Polydesmus*.

Fig. 14. Hefe vom Köstritzer Bier, *l Leptothrix*.

Fig. 15. Desgleichen als *Hormiscium*.

Fig. 16. In Glycerin keimender und Hefe bildender Favus-Pilz (*Achorion*), bei *k* Keimlinge.

Fig. 17. *Sporocybe pusilla m.*, gezogen aus *Aspergillus* direct aus einem *Sporidermium* auf Stärkekleister; *c* das aus den einfachen Fadenenden bestehende Köpfchen, *sp* die an den Enden abgeschnürten Sporen.

Fig. 18. Ausgewachsene Sporen desselben Pilzes, im Glycerin ihre bräunlichen Plasmakerne entlassend, aus denen sich *Leptothrix* mit deutlichen Kernen entwickelt.

Fig. 19. Arthrococcus-Hefe oder Gliederhefe in Kugelform, im faulenden Weissbier. Die Hefezellen werden durch den aus ihren Kernen gebildeten *Micrococcus* zerstört.

Figg. 20—26. Mutterkorn (*Sclerotium clavus DC.*).

20. Querschnitt durch den unteren Theil des Mützchens (Hymenial-Körpers). *h* = sporenabschnürende Schicht (*Hymenium spermatophorum*). $^{60}/_1$.

21. In Zuckerlösung keimende *Stylosporen*. ZEISS $F/_2$.

22. Abgeschnürte *Stylosporen*. ZEISS $F/_2$.

23. Mutterkorn mit Mützchen (g), dessen Hymenialschicht vom Pericarpium eingeschlossen ist. Man sieht das Pericarpium in Fetzen über das Mutterkorn herabhangen. $^3/_1$.

24. Querschnitt durch ein Stück vom oberen Theil des Mutterkorns, nach TULASNE copirt, um die Sporenabschnürung zu zeigen. s = *Stylosporen*, e = Zellen des *Sclerotium*, mit Oeltropfen, meist je einer in jeder Zelle.

25. Auf Stärkekleister keimende Sporen, deren Keimlinge sofort *Conidien* abschnüren.

26. Ausgewachsenes Mutterkorn im unteren Theil im Querschnitt. $^{12}/_1$. Man sieht den ursprünglichen Verlauf der Hymenial-Fasern.

Fig. 27. Stärkekörner, durch den *Micrococcus* des Mutterkorns in Auflösung begriffen; s ein noch deutlich geschichtetes Korn, t ein Korn, an dem die Umrisse schon sehr undeutlich sind.

Fig. 28. Sporen des Staubbrandes der Gerste.

Fig. 29. *Torula aceti* (*Mycoderma aceti*), entstanden auf Zuckerlösung aus den gesprossten *Stylosporen* von *Sphacelia segetum Lev.* vom Roggen.

Fig. 30. *Arthrococcus*-Hefe, entstanden aus Kernhefe von *Sphacelia segetum* in einer Lösung von Zucker und weinsteinsaurem Ammoniak.

Fig. 31. *Hormiscium*-Bildung, entstanden auf Kleister aus den *Conidien* der gekeimten Sporen von *Ustilago carbo Tul.*

Fig. 32. Kernhefe (*Micrococcus*) aus den *Conidien* von *Ustilago*, im Begriff, in *Cryptococcus* überzugehen.

Tafel III.

Fig. 1. a—m Keimungsgeschichte von *Ustilago carbo Tul.* auf Stärkekleister.

Fig. 2. u—s Keimungsgeschichte desselben Pilzes auf Hühnereiweiss.

Fig. 3. Höher ausgebildeter Keimling auf Zuckerlösung und weinsteinsaurem Ammoniak. a = Conidientragende Anschwellungen, t = Tetraden.

Fig. 4. Keimende Conidien.

Fig. 5. Leierförmige Zellen (l), in welche der Keimling (g) bei guter Ernährung zerfällt.

Fig. 6. Ast eines Keimlings von *Ustilago carbo* auf Zucker und weinsteinsaurem Ammoniak. Derselbe ist pinselförmig angeschwollen und mit Conidien besetzt.

Fig. 7. Ast eines Keimlings auf demselben Substrat, an der Luft vegetirend und zum *Oidium albicans auct.* ausgebildet.

Fig. 8. Pinselförmiges Fadenende auf derselben Flüssigkeit, lanzettliche Conidien tragend.

Fig. 9. Keimling von *Ustilago carbo Tul.*, ohne Substrat auf trockenem Boden in feuchter Luft gezogen. Die Zweige (f) stehen anfangs einzeln, zuletzt wirtelig, tragen anfangs die Conidien einzeln, zuletzt in Köpfchen (sh). Bei k sind Keimlinge von *Ustilago*, in feuchter Luft entstanden, gezeichnet.

Fig. 10. Ausgebildeter Fruchtzweig der in Fig. 9 im Anfangsstadium gezeichneten Keimpflanzen. Bei sp sieht man einen von der Luft befreiten Sporenkopf, die übrigen (spk) sind mit je einer Luftkugel umgeben.

Fig. 11. Ganz junger, unregelmässig verzweigter Keimling.

Figg. 12—15. Keimlinge auf etwas feuchterem Boden, ein *Fusidium* oder vielmehr *Alysidium* darstellend, da die lanzettlich-sicheligen Sporen, welche einfach oder ein- bis vierfach septirt sind, in Ketten auftreten.

Fig. 16. *Oidium albicans auct.*, entstanden durch Keimung von *Ustilago carbo*, nach dem Abwerfen der Sporenketten.

Fig. 17. *Stemphylium*, aus dem *Oidium* durch Keimung seiner Sporen entstanden.

x sind junge Sporen, die durch mehrfache Septirung zu *Sporidesmium*-Früchten *sp* und zuletzt zu *Stemphylium*-Früchten werden.

Fig. 18. *Sporidesmium*-Früchte derselben Pflanze, vorzugsweise an der Luft entstehend.

Figg. 19—21. Keimlinge (Bruchstücke) von *Ustilago carbo* auf Kleister und weinsteinsaurem Ammoniak. Es bilden sich grosse kugelige Glieder aus Leierzellen, oft septiren sich diese nach mehren Richtungen (19. 20), bisweilen bilden sie noch seitliche Conidien aus (21).

Fig. 22. Junge Sporenketten von *Ustilago carbo Tul.*, auf der Innenwand der Spelzen der Gerste.

Fig. 23. Astende eines Keimlings von *Ust. carbo* auf Kleister und weinsteinsaurem Ammoniak, zeigt *Sporidesmium*-Früchte (*k*) in Ketten.

Fig. 24. Befruchtungszelle von derselben Pflanze (*b*), nach ihrer Ablösung.

Fig. 25. Zwei Befruchtungszellen hinter einander.

Fig. 26. Keimling von *Aspergillus eurotium* auf Kleister, mit *Sporidesmium*-Früchten, einzeln und in Ketten.

Fig. 27. Ein Ast von derselben Aussaat mit ausgebildeten *Stemphylium*-Früchten.

Fig. 28. Ast aus dem Innern des Kleisters mit langen Ketten von *Arthrosporen* (*Ustilago*-Sporen), von der nämlichen Aussaat. An mehren Stellen haben die Sporen sich durch mehrfache Septirung zu unregelmässigen Sporangien ausgebildet.

Fig. 29. Eine endständige Befruchtungszelle aus derselben Aussaat.

Figg. 30—33. Aeste von Keimlingen des *Ustilago carbo* auf schwach feuchtem Boden mit je einer Befruchtungszelle. Bei Fig. 30 und 31 ist dieselbe noch frei, bei 32 und 33 schon mit einem oder mehren langen, schneckenförmig aufgerollten Fäden umwickelt.

Fig. 34. Kernhefe (*Micrococcus*), gezogen in stickstoffreicher Flüssigkeit aus den Conidien von *Stachylidium parasitans*.

Fig. 35. *Micrococcus* von *Sphacelia segetum Lev.* im Kleister.

Fig. 36. Dieselbe, an der Oberfläche *Leptothrix*-Ketten bildend.

Fig. 37. Sehr zarte *Stachylidium*-Pflanzen, aus *Aspergillus*-Sporen hervorgehend und die *Aspergillus*-Fäden umschlingend.

Fig. 38. Keimende Doppelsporen von *Urocystis occulta Rab.*

Fig. 39. Hefe (*Cryptococcus*) von *Urocystis occulta*, entstanden aus *Micrococcus* in Zuckerlösung und weinsteinsaurem Ammoniak.

Fig. 40. Sporen von *Tilletia caries L.*, drei Tage in einem Wassertropfen liegend. *a* zeigt noch den ungetheilten Kern, *b* hat ihn halbirt, *c* mehrfach halbirt, bei *d* sind die Kerne durch Druck herausgepresst, *e* zeigt die Kerne in der Grösse vor ihrer Auswerfung durch das *Epispor*, *f* hat die Kerne als kugeligen Ballen ausgestossen.

Fig. 41. *Leptothrix*-Ketten von *Tilletia*, entstanden aus Kernen an der Oberfläche der Flüssigkeit.

Fig. 42. *Micrococcus* von *Tilletia*, entstanden aus Kernen im Innern der Flüssigkeit

Fig. 43. Keimling einer *Sporidesmium*-Frucht von *Ustilago carbo Tul.*

Figg. 44—47. Verschiedene Stadien der Keimung von *Tilletia* im Kleister.

Figg. 48. 49. Keimung von *Tilletia* in Hühnereiweiss.

Figg. 50. 51. Sporen von *Tilletia* aus derselben Aussaat; das Plasma ist durch Druck als zäher Faden aus dem *Epispor* hervorgequetscht.

Figg. 52. 53. Sporen von *Tilletia caries Tul.*, auf dem Objectträger keimend. *s* = Glieder mit einmaliger Theilung, *ss* = Glieder mit gekreuzter Theilung, *a*, *b* = abgeschnürte Doppelglieder, durch Sprossung Conidien bildend.

Fig. 54. *a—d* abgeschnürte Conidien, *e*, *f* abgeschnürte Doppelglieder.

Fig. 55. *a—d Micrococcus*, entstehend aus dem Inhalt der Glieder und Conidien, während dieselben in Theilung begriffen sind.

Fig. 56. Abgetrennter Keimling einer *Tilletia*-Spore mit Conidien.

Fig. 57. Ein gleicher, noch mit der Spore verbunden.

Fig. 58. Dicker Keimling eines Doppelgliedes in Kleister.

Figg. 59. 60. Keimlinge im Kleister, an den Fadenenden je eine junge *Tilletia*-Spore erzeugend. *sp* eine abgetrennte Spore, im Begriff, ihr *Epispor* auszubilden.

Tafel IV. (Lithographie).

Fig. 6. Querschnitt durch krankes Ahornholz. Fig. 8. Längsschnitt durch dasselbe, *m* Markstrahl, *pr Prosenchym*, *p* Holzparenchym, *m'* neugebildete Markstrahlen.

Figg. 10—12. Kiefernholz mit wellenförmig gebuchteten Jahresringen, *hh* Grenze des Herbstholzes, *fh* Grenze des Frühlingsholzes.

Fig. 17. Quer- und Längsdurchschnitt durch eine Maser der Kiefer, *A* Querschnitt, *B* Längsschnitt, 10—17 Jahresringe, *y* dunkler gefärbte Partie.

Fig. 19. Fasciation der Esche, *n* fast regelmässiger Seitenzweig, *k* Knospenband, *sp* Spaltung des Bandes.

Tafel V.

Figg. 1—11. *Pleospora graminis m.*, Entwickelungsgeschichte.

1. Keimung der *Cysten*-Frucht auf den Getreidespelzen in dünner Zuckerlösung.
2. *A* Keimling von *Pleospora* mit Gliedern (*a*) und Conidien (*c*). Bei *k* findet eine Copulation zweier Keimlinge statt. Bei *a* sieht man die Auflösung der Conidienwand und Vermehrung der Inhaltskerne, bei *am* abgetrennte Conidien, welche durch gelatinöse Auflösung der Wand und Vervielfältigung der Kerne *Micrococcus* gebildet haben; bei *m* ist der *Micrococcus* schon auseinander gefallen.
3. *Cysten*-Frucht im reifen Zustand.
4. *Polydesmus*-Früchte, auf der Spelze durch Keimung der *Cysten*-Frucht entstanden.
5. *Polydesmus*-Früchte, an den in die Luft sich erhebenden Keimfäden einer Cultur auf Kleister entstanden.
6. Gegliederter, grünlicher Faden einer Cultur auf Zuckerwasser und weinsteinsaurem Ammoniak.
7. Weitere Entwickelung der gegliederten Fäden auf flüssigem Boden in Form von Pinseln des *Penicillium viride Fres.*
8. *Micrococcus* in Kolonien, entstehend aus abgelösten Gliedern, deren Zellwand während ihrer gelatinösen Auflösung und während der *Micrococcus*-Bildung ihren Theilungsprocess fortsetzen.
9. *Gonatobotrys simplex Corda*, entstehend aus den Keimlingen der *Polydesmus*-Früchte in feuchter Luft. *a* mit einem endständigen Köpfchen, *b* mit mehren Wirteln.
10. Uebergang des *Gonatobotrys* in seine gewöhnlichere *forma pusilla*, d. h. in *Cephalothecium roseum*. Die Sporen sind noch einfach.
11. Entwickelungsgeschichte der Sporen des *Cephalothecium roseum*. *a*, *b*, *c*, *e*, *f* sind die auf einander folgenden Stadien der Sporenbildung, *d* abgeworfene Doppelsporen.

Figg. 12—20. Entwickelung der Macroconidien und Macrosporen von *Penicillium-Mucor*.

12. Fruchtpinsel von *Penicillium* mit Macroconidien, gezogen durch Aussaat von *Penicillium* auf in dünnem Zuckerwasser schwimmendes gekochtes Fleisch.

13. **Abgeschnürte ausgewachsene Macroconidie.**

14—17. Keimungszustände der Macroconidien in Zuckerwasser mit Albumin aus Urin.

18. Keimling einer Macroconidie mit jungen *Oogonien* (*o*).

19. Stück eines Keimlings mit einem jungen *Sporangium* (*sp*) und Macroconidien (*m*).

20. **Pinsel mit Macroconidien, welche sich im Innern von Stärkekleister zu Gittersporen ausbilden.**

Figg. 21—24. Befruchtungsapparat von *Pleospora graminis m.*

21 *a*. **Blasige Auftreibung eines Fadens.**

21. Mehre dergleichen, deren Fäden sich um einander schlingen.

22. Mehre Auftreibungen, mit einander verschmelzend.

23. Junges *Oogonium* (*o*) mit zarter Befruchtungskugel.

24. Ausgebildetes *Oogonium* (*o*) mit dicker Membran.

Figg. 25—26. **Schläuche mit Zoosporen, aus *Mucor racemosus Fres.* gezogen.**

Fig. 27. *Monilia cinerea Bon.*, aus der Oberhaut einer Pflaume hervorbrechend. *a* abgetrennte Spore, *b* eine solche mit *Micrococcus*-Bildung, *o* Oberhautzellen der Pflaume.

Fig. 28. Keimung und *Micrococcus*-Bildung von *Rhizopus nigricans Ehrb.* auf Birnen. *a* Spore, im Begriff, den *Micrococcus* zu entlassen, *b* entleerte Spore, *b'* ebenfalls entleert gleich nach der Keimung, *c* gekeimte Spore, bei welcher nach Wasseraufnahme die Plasmakerne bei *m* auswandern.

Fig. 29. Keimung von *Botrytis* (*elegans*) auf Birnen. *sp* Spore, bei *c* eine solche vor der Keimung, bei *b* eine mit Keimschlauch (*ks*) ohne Scheidewände, aber mit Aussackungen, welche die erste Anlage zur Ausbildung der Wurzelfäden des *Rhizopus* sind, bei *a* mit Keimschlauch, welcher in Glieder zerfällt; die Spore keimt hier am Ende; bei *d* ein keimendes Glied; *e* eine Spore, welche, im Innern des Substrats, *Micrococcus* ausgebildet hat; bei *f* ein *Micrococcus*-Haufen, welcher in dem sauer werdenden Substrat sich zu *Arthrococcus* umbildet.

30. Bruchstück aus der befallenen Reispflanze mit dem Cholera-Pilz. *cy* Cysten hie und da Keimschläuche treibend (*u*), welche gegliederte Fäden bilden. Das Stück ist in feuchter Luft cultivirt, daher sind hie und da die Cysten in Gestalt reich gegliederter und verästelter Pinsel (*cl* Fig. 30) eines *Cladosporium*-artigen *Penicillium* ausgekeimt; *hcy* Hefe-Kolonien, aus Cysten im Innern stickstoffhaltiger Flüssigkeit entstanden.

Fig. 31. Rasen einer gekeimten Cyste auf dem Reis in saurem gekochten Fruchtsaft; bei *pp* Pinsel von *Penicillium crustaceum Fr.*, theils normal gestaltet, theils mit Macroconidien (*mc*) besetzt; bei *mc* Macroconidien in verschiedener Form an der Stelle der Pinsel; *t sp* normal entwickelte junge *Tilletia*-Sporen, *cy m* Cystenartige Degeneration der *Tilletia*-Sporen.

Fig. 32. Derartige Cysten nach der Lostrennung von dem kurzästigen Pinsel.

Fig. 33. Hefe-Kolonien, aus denselben in der Flüssigkeit gebildet.

Fig. 34. *Cladosporium*-Sporen von den Fäden des *Cladosporium*-ähnlichen *Penicillium*.

Lateinisches Namenregister

der im Buche besprochenen Pflanzen.

Allgemeines Register.

Literaturübersicht [1]).

Plenck, J. J. *Physiologia et Pathologia Plantarum. Viennae* 1794.

Jäger, G. F. Ueber die Missbildungen der Gewächse. Stuttgart 1814.

Wiegmann, A. F. Die Krankheiten und krankhaften Missbildungen der Gewächse. Braunschweig 1839.

Unger, F. Die Exantheme der Pflanzen und einige mit diesen verwandte Krankheiten der Gewächse. Wien 1833.

Moquin-Tandon, A. Pflanzen-Teratologie. Aus dem Französ. von J. C. SCHAUER. Berlin 1842.

Meyen, F. J. T. Pflanzen-Pathologie. Nach dem Tode des Verfassers zum Druck besorgt von C. G. NEES v. ESENBECK. Berlin 1841.

Kühn, J. Die Krankheiten der Culturgewächse. Zweite Aufl. Berlin 1859.

Wigand, A. Grundlegung der Pflanzen-Teratologie. Marburg 1850.

Schleiden, J. M. und **Schmid, E. E.** Encyclopädie der gesammten theoretischen Naturwissenschaften in ihrer Anwendung auf die Landwirthschaft. Braunschweig 1850. 3 Bde.

Schleiden, J. M. Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. 4. Auflage. Leipzig 1861.

Schacht, H. Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse. 2 Bde. Berlin 1856. 1859.

Schumacher, W. Die Ernährung der Pflanze. Berlin 1864.

Hofmeister, W. Die Lehre von der Pflanzenzelle. Leipzig 1867.

Sachs, J. Handbuch der Experimental-Physiologie der Pflanzen. Leipzig 1865.

Kabsch, W. Das Pflanzenleben der Erde. Eine Pflanzengeographie für Laien und Naturforscher. Hannover 1865.

Müller, K. Das Buch der Pflanzenwelt. Botanische Reise um die Welt, Leipzig 1867. 2 Bde.

—— Ansichten aus den deutschen Alpen. Halle 1858.

Bonorden, H. F. Handbuch der allgemeinen Mykologie. Mit 12 Tafeln. Stuttgart 1851.

Corda, A. C. J. Prachtflora Europäischer Schimmelbildungen. Leipzig 1839.

—— *Icones fungorum hucusque cognitorum.* T. 1—4. Prag 1839—40.

Sturm, J. Deutschlands Flora in Abbildungen nach der Natur. III. Abth. Die Pilze. Bearb. v. C. G. PREUSS. Nürnberg 1825—1861.

Nees v. Esenbeck, Th, F. L. u. **Henry, A.** Das System der Pilze. I. Abth. Bonn 1837.

Bail, Th. Das System der Pilze. II. Abth. Bonn 1858.

---

1) Selbstverständlich kann es hier nicht Absicht sein, eine vollständige Aufzählung der Literatur zu geben; doch wollte ich namentlich den Praktikern die wichtigsten in diesem Buche benutzten Arbeiten zur Erleichterung des Studiums namhaft machen.

Bary, A. de. Untersuchungen über die Brandpilze. Berlin 1853.

—— Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten. Leipz. 1866.

Bary, A. de u. Woronin, M. Beitr. zur Kenntniss der Chytridieen. Bericht der naturf. Gesellsch. in Freiburg. 1863.

Bary, A. de. Beitr. zur Morphologie u. Physiologie der Pilze. I. II. Frankf. a. M. 1864. 1866.

—— Ueber die Fruchtentwickelung der Ascomyceten. Leipzig 1863.

—— Ueber die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit. Leipzig 1861.

—— *Caeoma pinitorquum. Berlin* 1864.

Tulasne, L. R. et C. Tulasne. *Selecta ungorum carpologia. Paris* 1861 — 1865 *vol I–III.*

Tulasne, L. R. *Nouvelles Recherches sur l'appareil reproducteur des champignons. Annales des sciences naturelles* 3e *série Bot. tom.* 20. *Paris* 1853.

—— *Observations sur l'organisation des Trémellinées. Annales des sciences nat.* 3e *série Bot. tom.* 19. *Paris* 1853.

—— *Mémoire sur l'ergot des glumacées. Ann. des sc. nat.* 3e *série. Bot. t.* 20. *Paris* 1854.

—— *Nouvelles observations sur les erysiphe.* Separat. Abdr.

Pringsheim, N. Die Entwickelungsgeschichte der *Achlya prolifera.* Abh. d. Berl. Acad. d. Wiss. 1851.

Kühn, J. Untersuchungen über die Entstehung, das künstliche Hervorrufen und die Verhütung des Mutterkorns. Mitth. a. d. physiol. Laborat. u. d. Versuchsstat. d landw. Inst. d. Univ. Halle. Halle 1863.

Caspary, R. Ueber zweierlei und dreierlei Erüchte einiger Schimmelpilze. Berlin 1855

Fresenius, G. Beiträge zur Mykologie. Frankf. a. M. 1850—1863.

—— Ueber die Pilzgattung *Entomophtora.* Sep. Abdr.

Bail, Th. Mittheilungen über das Vorkommen und die Entwickelung einiger Pilzformen. Danzig 1867.

Richter, H. E. Die neueren Kenntnisse von den krankmachenden Schmarotzerpilzen Sep. Abdr. a. d. Mediz. Jahrb. 1867.

Montagne, Dr. *Communication relat. à plusieurs maladies de plantes Paris* 1857.

Cohn, F. Die Entwickelungsgeschichte des *Pilobolus crystallinus.* Abh. d. k. pr. Akad. d. Wiss. 1851.

Crocq, J. *Recherches sur les maladies de la vigne.* Sep. Abdr.

Martius, C. Fr. Ph. v. Die Kartoffel-Epidemie der letzten Jahre oder die Stockfäule und Räude der Kartoffeln. München 1842.

Carus, C. G. Beitr. z. Geschichte der Schimmel- und Algengattungen. Bonn 1823.

Morel, L. F. *Traité des champignons. Paris* 1865.

Bonorden, H. F. Abhandlungen aus dem Gebiet der Mykologie. Halle 1864.

Cooke, M. C., Rust, Smut, Mildew & Mould. *An introduction to the study of microscopic fungi. London* 1865.

Braun, A. Ueber einige neue oder weniger bekannte Krankheiten der Pflanzen, welche durch Pilze erzeugt werden. Berlin 1854.

Sitzungsberichte der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Dresden. 1867.

—— der naturw. Gesellschaft Isis in Dresden. 1867.

Bary, A. de. Die *Mycetozöen.* Leipzig 1864.

Küchenmeister, F. Die in und an dem Körper des lebenden Menschen vorkommenden Parasiten. 2. Abth. Die pflanzlichen Parasiten. Leipzig 1855.

Robin, C. *Histoire naturelle des végétaux parasites qui croissent sur l'homme et sur les animaux vivants. Paris* 1853.

Bosse, J. F. W. Vollständiges Handbuch der Blumengärtnerei. Hannover 1840—1849.

Reichart, C. Land- und Gartenschatz. Herausg. v. H. L. W. VÖLKER. Erfurt 1819. 1820.

Barnes, J. Briefe über Gärtnerei. A. d. Engl. Potsdam 1846.

Nietner, Th. Die Küchengärtnerei. 2 Bde. Berlin 1838. 1840.

Legeler, W. Mathematik, Zeichnenkunst, Physik und Chemie in ihrer Anwendung und Beziehung auf die gesammte praktische Gärtnerei. Berlin 1839.

Pringsheim, N. Untersuchungen über den Bau und die Bildung der Pflanzenzelle. Berl. 1854.

Schultze, M. Das Protoplasma. Leipzig 1863.

Müller, N. J. C. Das Wachsthum des Vegetationspunktes von Pflanzen mit decussirter Blattstellung. Habilitationsschrift. Heidelberg 1866.

Duchartre, P. *Quatre notes physiologiques. Paris* 1866.

Strassburger, E. Ein Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Spaltöffnungen. Abdr. a. d. Jahrb. f. wiss. Bot. V. 1866.

Duchartre, M. P. *Expériences sur la Décoloration des Fleurs du Lilas. Compt. rend. d. se. de l'ac. d. sc. t.* 56. 1863.

Nägeli, C. Entstehung und Begriff der naturhistorischen Art. München 1865.

Richter, H. E. Zur DARWIN'schen Lehre. Sep. Abdr. a. d. Mediz. Jahrb. 1867.

Hallier, E. DARWIN's Lehre und die Specification. Hamburg 1865.

Fresenius, G. Ueber die Pflanzenmissbildungen, welche in der Sammlung der SENKENBERG'schen naturforschenden Gesellschaft aufbewahrt werden. Abh. d. Ges.

Caspary, R. Vergrünungen der Blüthe des weissen Klees. Sep. Abdr. Schr. d. phys. ök. Ges. Königsberg. Bd. II.

Fleischer, Dr. Ueber Missbildungen verschiedener Culturpflanzen. Esslingen.

Berg, E. v. Vollständiger Bericht über einige bei verschiedenen Pflanzen beobachtete Ausartungen. Neubrandenburg 1843.

Hallier, E. Die Vegetation auf Helgoland. Hamburg 1861. 1863.

—— Nordseestudien. Hamburg 1863.

—— Der Grossherzogl. Sächsische Botanische Garten zu Jena. Leipzig 1864.

—— Die pflanzlichen Parasiten des menschlichen Körpers. Leipzig 1866.

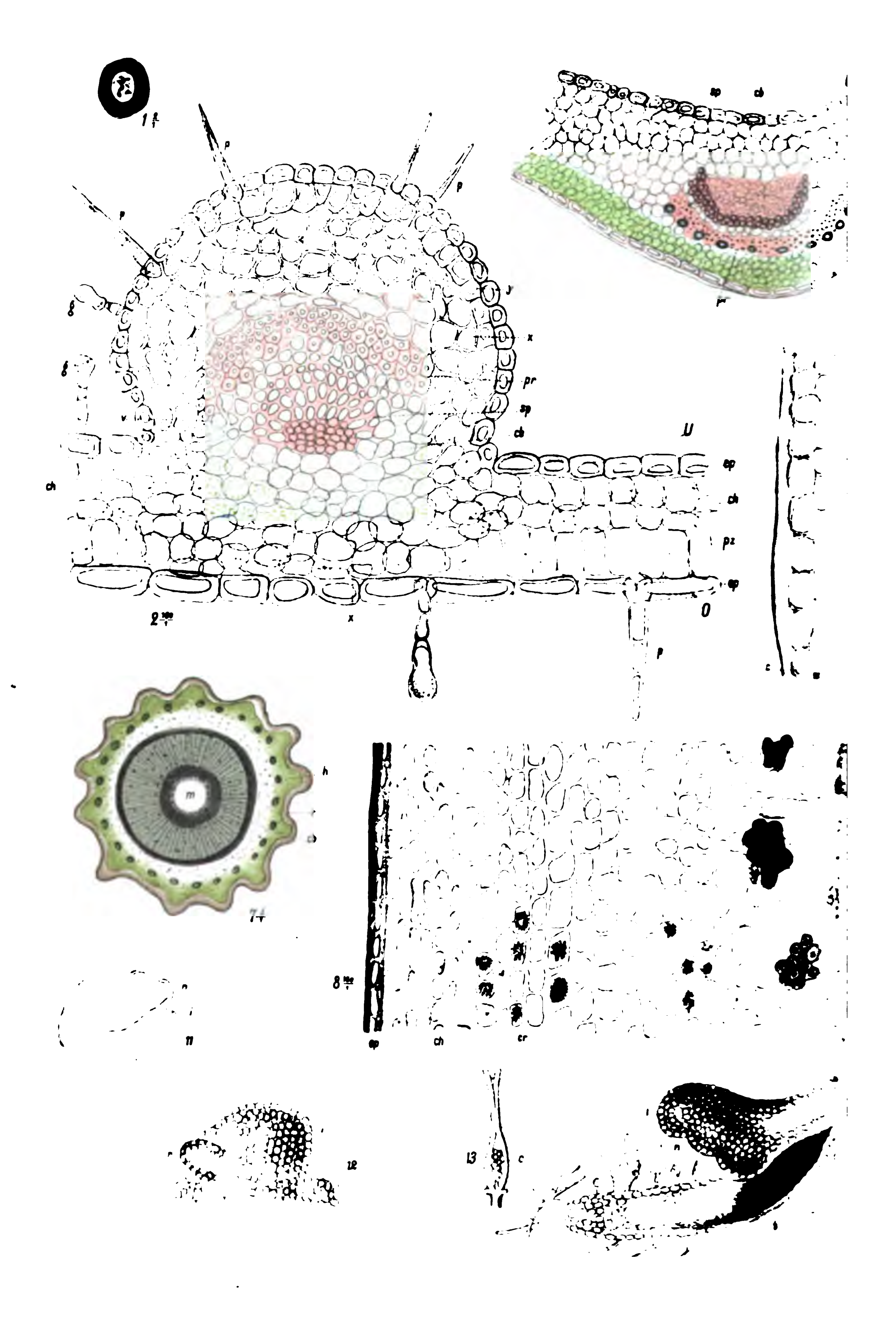
—— Gährungserscheinungen. Untersuchungen über Gährung, Fäulniss und Verwesung. Leipzig 1867.

Von Zeitschriften sind ausser den landwirthschaftlichen, forstlichen und gärtnerischen Blättern besonders die »Botanische Zeitung«, die »Linnaea«, die »Flora«, die »Bonplandia«, die »Hedwigia«, die »Oesterreichische Botanische Zeitschrift«, ferner ganz besonders die »Mikroskopischen Feinde des Waldes von M. WILLKOMM, Heft I, II die »Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik« von N. PRINGSHEIM, und die »Botanischen Untersuchungen« von H. KARSTEN (Heft 1—3) zu empfehlen.

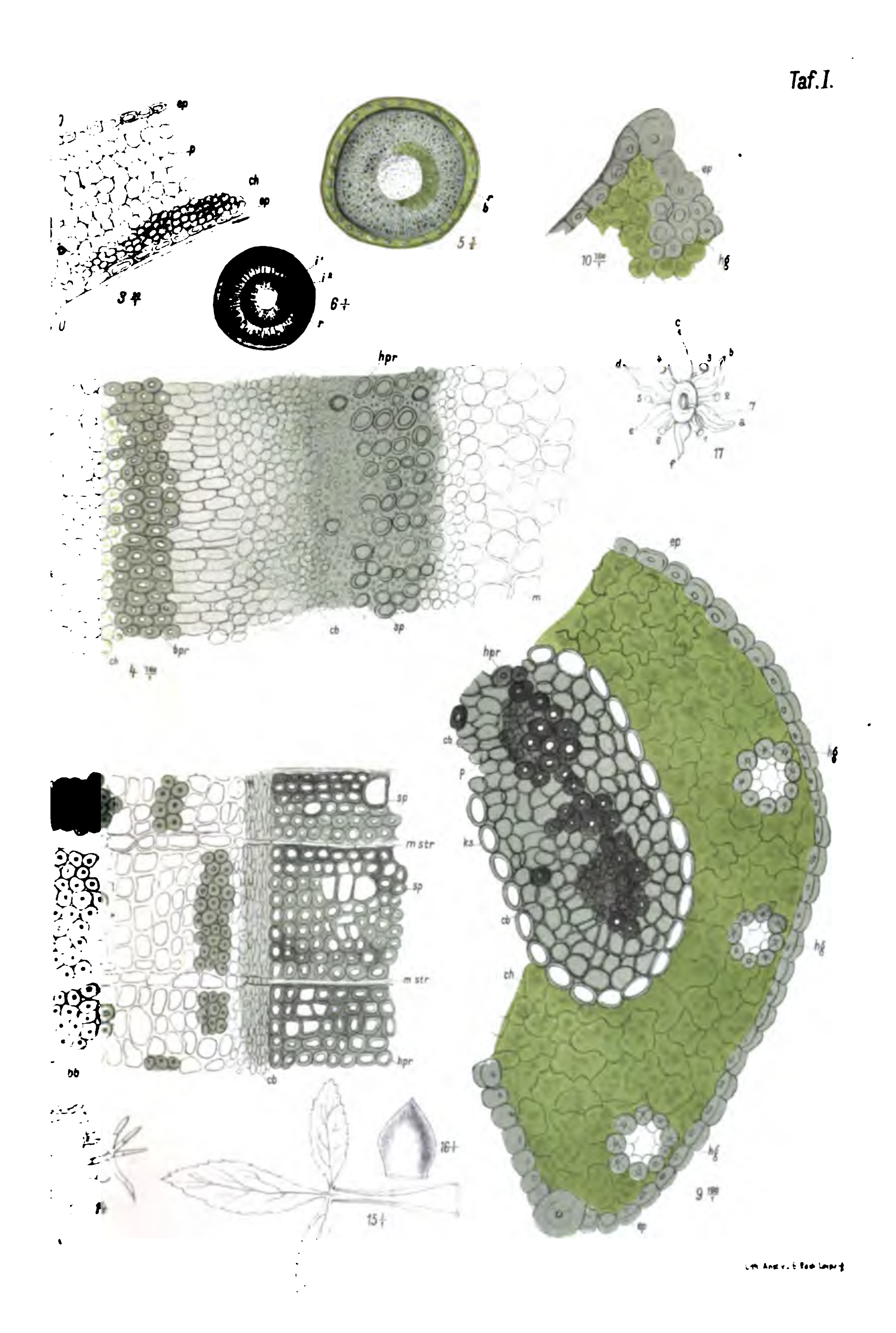
Errata.

Seite 144 Z. 7 lies Blattgebilde statt Blagttebilde.
Seite 321 Z. 13 lies Cossus statt Coccus.

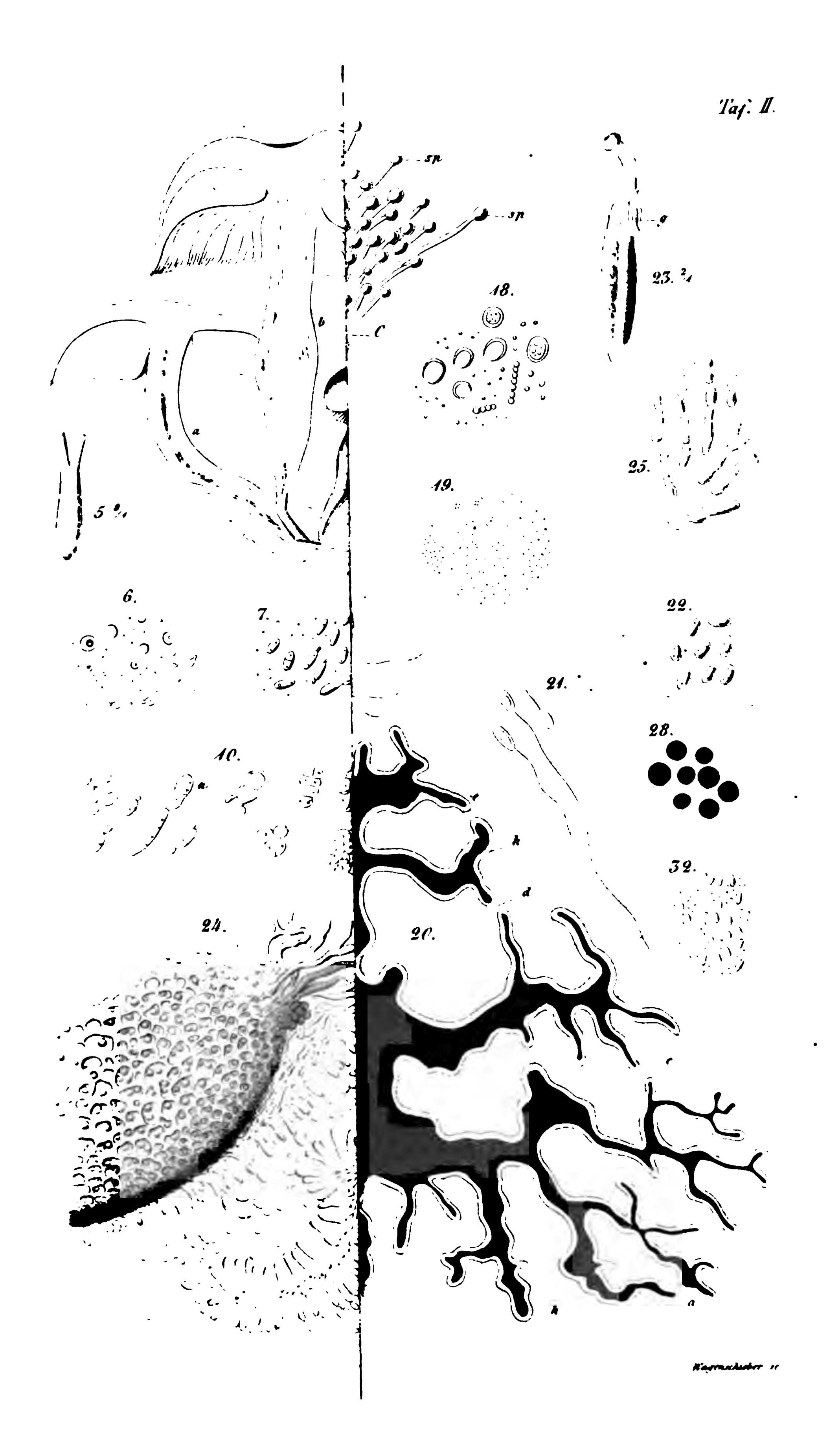
Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.



Taf. I.

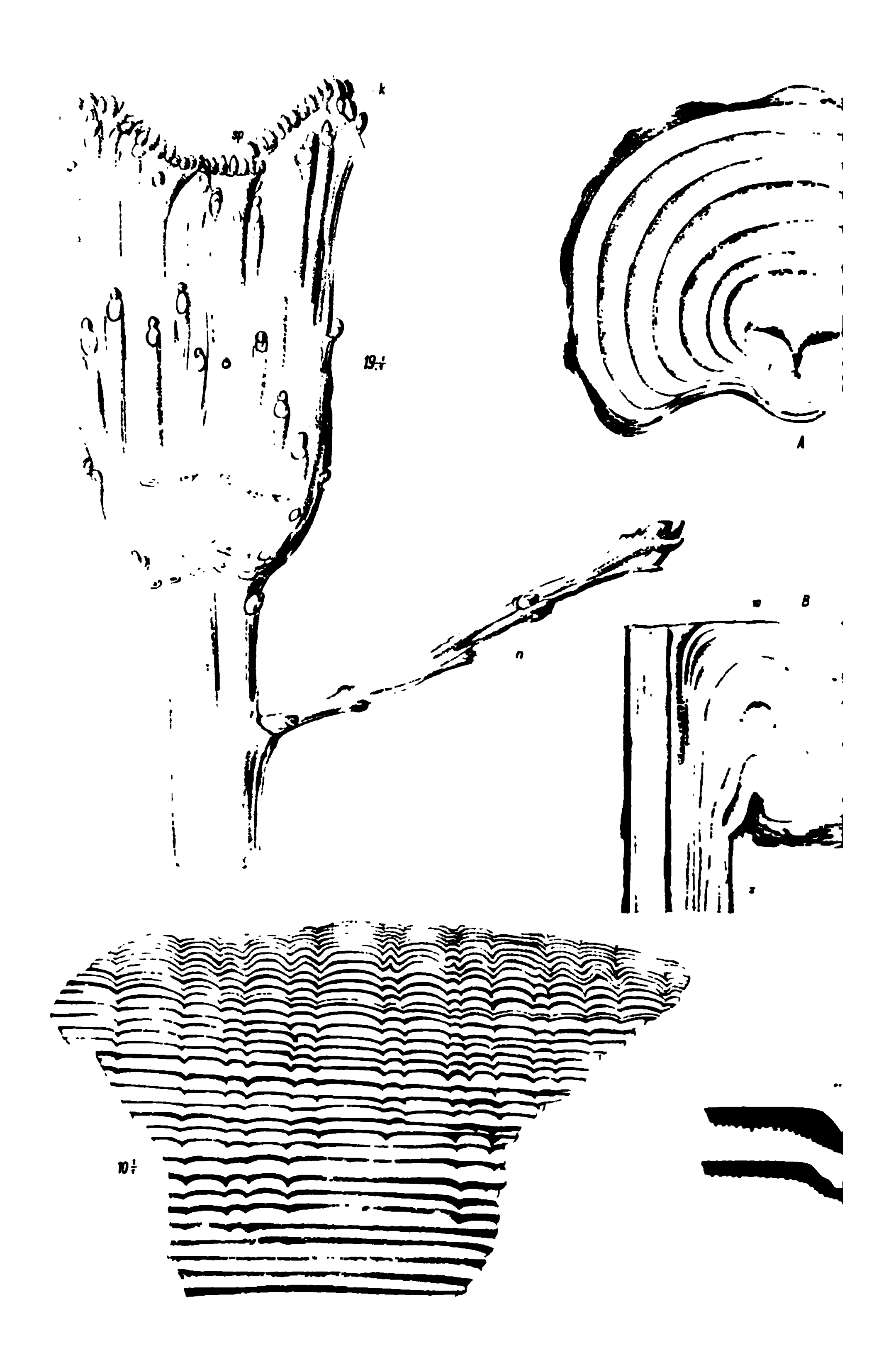


Lith. Anst. v. E. Roth Leipzig.


Taf. II.
sp
sp
g
23. 2/1
18.
b
C
a
5 2/1
25.
19.
6.
7.
22.
21.
28.
10.
a
h
d
32.
24.
20.
c
h
a
Wagenschieber sc

Taf. III.

Wagenschieber sc.


k
sp
19·1/1
A
n
B
10·1/1

Taf. IV.

